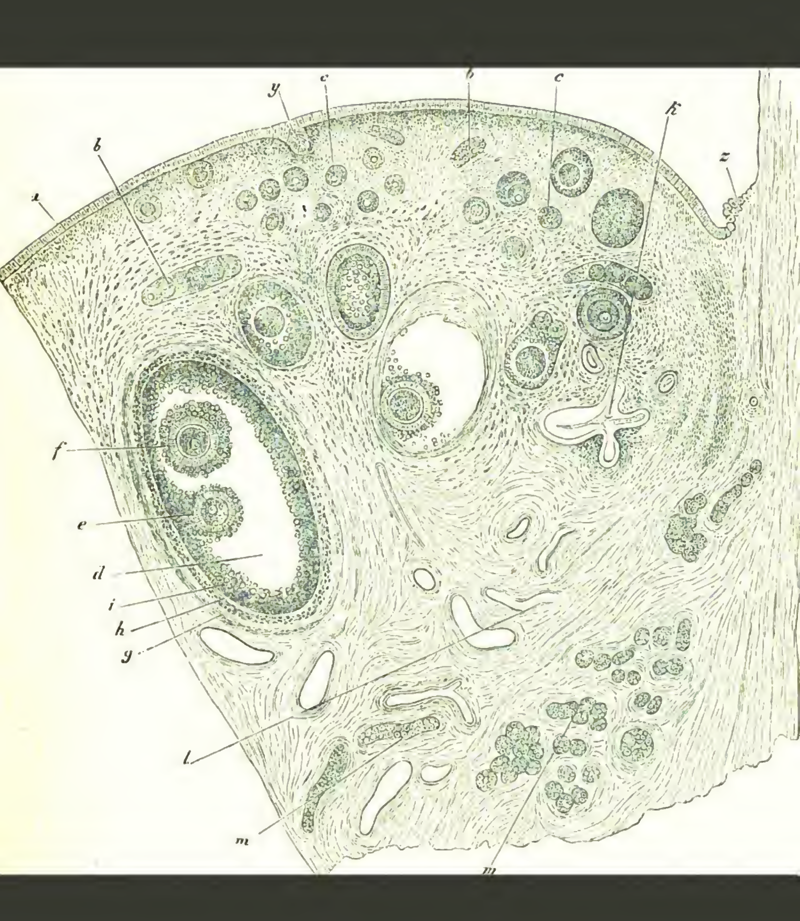
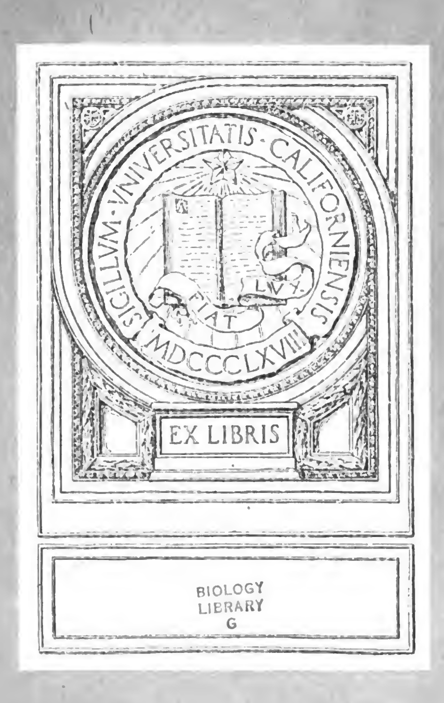


Vererbungslehre und Tierzucht

Conrad Keller


SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT LVX
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS

Vererbungslehre

und

Tierzucht.

Für praktische Landwirte dargestellt

von

Dr. C. Keller,
Professor am eidgenössischen Polytechnikum in Zürich.



BERLIN.
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY.
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.
SW., Hedemannstrasse 10.
1895.

Vorwort.

Auf dem Gebiete der Vererbungslehre herrscht seit vielen Jahren eine so lebhafte Bewegung, dass es wohl nicht mehr verfrüht ist, wenn man dem Kreise der Tierzüchter einen genauen Einblick in den Stand der Dinge zu bieten versucht, denn gerade diese beklagen es wohl nicht mit Unrecht, dass ihnen die Orientierung mehr und mehr verloren gehe.

Und dennoch hat ja gerade die tierzüchterische Praxis ein unmittelbares Interesse an einem Kampf der Meinungen, der sich zwar auf dem ferner gerückten Boden der allgemeinen Biologie abspielt, aber dennoch die Grundlage, auf welcher die Praxis operiert, geradezu in Frage stellt. Mehr als je wird die Tierzucht dazu berufen sein, im Verein mit der experimentierenden Physiologie viele der noch offenen Fragen zu klären. Dazu ist allerdings erforderlich, dass sie mit den Grundgedanken der modernen Vererbungslehren genauere Fühlung suchen muss.

In erster Linie wird das Augenmerk auf die vielumstrittene Frage der Vererbung von »erworbenen Eigenschaften« gerichtet werden müssen. Dieselbe bildet ja einen der Kardinalpunkte in den zur Zeit obschwebenden Kontroversen.

Wenn ich das Wesentliche aus den heutigen Vererbungslehren herausgreife und dabei ganz vorwiegend das Material verwerte, welches für den Tierzüchter von besonderem Wert ist, so bemerke ich, dass dies vom Standpunkte des Biologen aus geschieht.

Sind mir auch wirtschaftliche Dinge nicht ganz fremd, so musste ich mich naturgemäss in Einzelheiten an die Angaben von Autoren wenden, die auf dem Gebiete der Tierproduktionslehre heimisch sind.

Vielfache Anregung verdanke ich der Freundlichkeit meines Kollegen Prof. Dr. A. Krämer, der mir wertvolle Unterstützung durch einschlägiges litterarisches Material angedeihen liess.

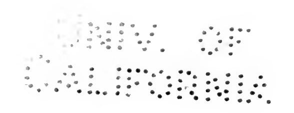
Es schien mir bei der jetzigen Sachlage unerlässlich, einen grösseren Abschnitt über die Bildung der Keimprodukte und die Vorgänge bei der Befruchtung vorausgehen zu lassen.

Mit einigem Zögern habe ich die wichtigsten Vererbungstheorien eingehender behandelt, da ich die Abneigung der Praktiker gegenüber spekulativen Dingen kenne. Allein sie lassen sich nicht umgehen, wenn sie auch im Grunde genommen uns nur den vollen Einblick in die Dürftigkeit unseres Wissens eröffnen.

Wer eine unüberwindliche Abneigung gegen solche Theorien hat, mag dieselben einfach überschlagen und sich an die thatsächlichen Darlegungen halten.

Zürich, den 1. März 1895.

Prof. Dr. C. Keller.



Einleitung.

Der praktische Tierzüchter, welcher zielbewusst an der Umgestaltung seiner Haustiere arbeitet und ein gewünschtes Zuchtresultat erlangen will, rechnet stets mit der Wirkung der Vererbung. Er erkennt somit in derselben den wichtigsten formbildenden Faktor.

Die Vererbung ist ihrem Wesen nach konservativ, denn sie sucht die Körperform in der Generationsfolge zu erhalten; auf der andern Seite übermittelt sie aber auch eine grosse Zahl neu auftauchender Eigenschaften des Körpers. Wo dieses erste Auftauchen geschieht, darüber gehen gerade heute die Meinungen auseinander und eine definitive Entscheidung muss dem physiologischen Versuch vorbehalten bleiben. Für unsere Zwecke genügt es zunächst, dass wir wissen, dass neue Eigenschaften stets durch die Erbmasse hindurch müssen. Ob sie Bestand haben oder nicht, darüber entscheidet später bei den wildlebenden Arten die Naturzüchtung.

Bei unseren Haustieren ist die Sache insofern abgeändert, als ein neues Moment — die züchterische Intelligenz des Menschen — herrschend wird. An die Stelle der freischaltenden Natur tritt der menschliche Wille, welcher der Natur die Auslese gleichsam aus der Hand nimmt und sie für seine praktischen Bedürfnisse reguliert.

Die künstliche Züchtung weist also bei der Formgestaltung dem Haustier bestimmte Bahnen an und zwar solche, welche in der freien Natur wahrscheinlich niemals eingeschlagen würden.

Die Vererbung ist mit Notwendigkeit an die Fortpflanzung gebunden und zielt darauf ab, die Eigenschaften eines Organismus auf die Nachkommen zu übermitteln.

Strenggenommen müssen wir wohl unterscheiden zwischen Erblichkeit, d. h. der Fähigkeit der Übermittelung und der eigentlichen Vererbung, d. h. der wirklichen Ausübung dieser Fähigkeit.

Wir kennen nämlich sehr viele Fälle, wo Erblichkeit vorhanden ist und doch die Vererbung nicht sichtbar wird. Die Vererbung pausiert eine oder gar mehrere Generationen hindurch und erst später macht

sie sich wieder bemerkbar. In diesem Falle sprechen wir dann von latenter Vererbung.

Lange bevor man an eine wissenschaftliche Behandlung der Vererbungsfragen geben konnte, hat die Praxis der Tierzucht mit ungemein sicherem Instinkt die Gesetzmässigkeit gewisser Erscheinungen erkannt und sorgfältig mit ihr gerechnet.

Auf dem Wege der Erfahrung oder reinen Empirie gelangte man zu einer Masse von Thatsachen, welche neben den in medizinischen Annalen niedergelegten Beobachtungen die wichtigste Fundgrube für die Vererbungslehre bildeten. Die zunächst zur Anwendung gebrachte Methode zur Auffindung von Vererbungsgesetzen konnte keine andere sein als die rein statistische Methode.

Auf diesem Wege hat beispielsweise die Medizin ermittelt, dass gewisse Krankheitserscheinungen wie die Bluterkrankheit und der Daltonismus sich streng in dem einen Geschlecht vererben können, während das andere übersprungen wird.

Auf statistischem Wege hat die Thierzucht ferner einen Einblick erlangt in die Faktoren, welche bei der Bestimmung des Geschlechtes massgebend sind, daher die Geschlechtscharaktere bei ihrer Vererbung beherrschen. Die grossen Gestüte, die ausgedehnten Schafzüchtereien lieferten in ihren Registern ein Material, das sich über eine ausreichend grosse Zahl von Fällen erstreckt. Die Tierzucht hat auch, ohne eine bestimmte Theorie aufstellen zu wollen, die Belege geliefert, dass die Rückschläge bei Rassenkreuzung am auffallendsten werden.

Allein die statistische Methode kann nicht ausreichend sein, um alle Vererbungsfragen zu beantworten. Die Erscheinung, dass Merkmale vererbt werden, ruft der Frage nach der stofflichen Unterlage, an welche die Vererbungsfähigkeit gebunden ist. Es galt also, den Sitz der vererbenden Masse genauer zu ermitteln.

Wohl hatte der geniale Harvey, der berühmte Entdecker des Blutkreislaufes, schon im 17. Jahrhundert den bedeutsamen Ausspruch gethan, dass alles Lebende aus dem Ei hervorgeht (Omne vivum ex ovo). Die vererbende Substanz konnte also nur im Ei gesucht werden. Die späteren Versuche von Spallanzani führten allerdings zu der Überzeugung, dass bei höheren Thieren noch ein Hinzutreten männlicher Keimstoffe nöthig wird, um das Ei zur Entwickelung zu bringen. Es konnte daher die Frage aufgeworfen werden, ob das Ei oder das befruchtende männliche Element als Träger der Vererbungsanlagen anzusehen ist. In der That hat diese Frage einst eine lebhafte Bewegung der Geister verursacht und einen Kampf der Meinungen hervorgerufen, den wir heute fast mitleidig belächeln.

Einen wesentlichen Fortschritt brachte die moderne Gewebelehre, indem sie sowohl für die männlichen wie für die weiblichen Keimprodukte den zelligen Charakter nachzuweisen vermochte. Damit konnten ihre spezifischen Leistungen in den Rahmen des allgemeinen Zellenlebens eingefügt werden.

Naturgemäss wurde der Boden, auf welchem die Vererbungserscheinungen zu verfolgen waren, der praktischen Thierzucht mehr und mehr entrückt und nach der Seite der mikroskopischen und cellularphysiologischen Forschung verschoben.

An die Stelle der mit verhältnismässig primitiven Mitteln operierenden statistischen Methode trat die mikroskopische Methode, welche Aufklärung zu geben hatte über die letzten Vorgänge der Befruchtung und die Veränderungen im Innern des Eies. Mit ihrer Hülfe konnte der eigentliche Sitz der Vererbungssubstanz ermittelt werden.

Wir sehen denn auch in der unmittelbar hinter uns liegenden Periode eine Reihe von Forschern mit dieser fundamentalen Frage beschäftigt, unter ihnen mögen besonders Herman Fol, Oskar Hertwig, Eduard van Beneden und Boveri hervorgehoben werden.

Die zu Tage geförderten Ergebnisse haben grosse Überraschung bereitet. Im wesentlichen scheinen die Vorgänge im ganzen Tierreiche ziemlich gleich zu verlaufen und es kann keinem Zweifel unterliegen, worüber die Erfahrungen der Tierzüchter ja längst Thatsachen ermittelt haben, dass da, wo eine Befruchtung stattfinden muss, männliche und weibliche Tiere ungefähr gleich viel Vererbungssubstanz liefern. Diese besteht aber nur aus einem bestimmten Teil der Keimzellen und es kommen noch verschiedene andere Substanzen daneben vor, welche direkt bei der Vererbung nicht beteiligt sind. Genauer gesprochen ist die vererbende Masse im Kern der Keimzellen magaziniert.

Man kann heute behaupten, dass im grossen und ganzen die äusseren, sichtbaren Vorgänge am Ei vor, während und nach der Befruchtung ziemlich genau ermittelt sind und wesentlich neue Gesichtspunkte so rasch nicht gewonnen werden dürften.

Gegenwärtig ist daher dem Vererbungsproblem nur in anderer Weise näher zu kommen und wir sind bereits in die dritte Phase eingetreten, welche uns die Herrschaft der rein spekulativen Methode an Boden gewinnen lässt.

Das causale Bedürfnis des menschlichen Geistes will nicht bei den nackten Thatsachen stehen bleiben, es sucht über die Grenzen des sinnlich Wahrnehmbaren hinaus zu dringen und mit Hülfe einer mehr oder weniger zutreffenden Theorie dem Verständnis der Erscheinungen näher zu treten.

Die Spekulation ist auch bereits in vollem Gange und an Vererbungstheorien fehlt es uns heute wahrlich nicht mehr.

Man kann fragen, ob solche Theorien der Sache förderlich sind, denn in gewissem Sinne verengern sie ja den geistigen Blick, indem sie die Gedankenbahnen in eine ganz bestimmte Richtung drängen.

Anderseits hat eine Theorie, auch wenn sie sich später als unhaltbar erweisen sollte, den grossen Vorteil, dass sie zur Kritik herausfordert und damit wieder zur sorgfältigeren Sichtung bereits bekannter und zum Auffinden neuer Thatsachen führt.

Aus diesem Grunde wurden die wichtigsten Vererbungstheorien der Gegenwart hier aufgenommen.

Da diese Schrift weniger für den Physiologen von Fach als für den Vertreter der landwirtschaftlichen Praxis bestimmt ist, so dürfte es wohl geboten sein, das Wesentliche über Bau und Leistungen der Fortpflanzungsorgane und die feinere Zusammensetzung der von ihnen gelieferten Produkte zu erörtern, bevor auf die Erscheinungen der Vererbung und deren Erklärungsversuche eingetreten wird.

I. TEIL.

Die Vorgänge der Befruchtung und die Erscheinungen der Vererbung.

I. Bau und Leistung der Fortpflanzungsapparate.

Das Prinzip der Arbeitsteilung hat bekanntlich bei allen höheren Tieren dazu geführt, die einzelnen Leistungen des Tierkörpers ganz bestimmten Werkzeugen oder Apparaten zu überbinden. Wie die Thätigkeit der Ernährung, der Bewegung und Empfindung von besonderen Organen oder Organsystemen übernommen wird, so sind auch spezielle Werkzeuge für die Fortpflanzung vorhanden. Sie können je nach Umständen eine mehr oder minder reiche Gliederung erfahren.

Da es namentlich vom Standpunkte der Vererbung und Häufung zweckmässiger Eigenschaften nur von Vorteil sein kann, wenn zwei verschiedene Individuen ihre Erbanlagen vereinigen, so ist bei den meisten höheren Tieren und vorab bei allen unseren Haustieren die Arbeitsteilung noch weiter gediehen, indem Trennung der Geschlechter besteht, also die Bildung der Keimprodukte mit ihren Erbmassen auf ein männliches und ein weibliches Individuum verteilt ist. Beide erhalten dann neben den inneren Unterschieden im Bau der Fortpflanzungsorgane noch eine Reihe von äusseren Abweichungen, welche als sekundäre Geschlechtscharaktere direkt mit der Funktion der Fortpflanzung nichts zu thun haben, indirekt aber für sie dennoch von Vorteil werden.

Da die Keimstätten im Innern des Körpers geborgen sind, was ja schon im Interesse des Schutzes gegen äussere mechanische Schädigungen notwendig ist, so genügen im einfachsten Falle Leitungswege, um ihre Produkte nach aussen zu führen und eine Vereinigung der Erbmassen kann ja auch ausserhalb des Körpers erfolgen. Dieser Modus ist bei vielen niederen Tieren, ja auch bei der Mehrzahl unserer Fische Regel geworden und die künstliche Fischzucht operiert ja in der Weise, dass sie die ausgetretenen Eier (Laich) in einem passenden Wassergefäss befruchtet.

Bei allen unseren Haustieren dagegen erfolgt die Vereinigung männlicher und weiblicher Keimprodukte im Innern des weiblichen Körpers, der Zeugungsapparat muss daher Einrichtungen besitzen, welche das Überführen der männlichen Keimstoffe ermöglichen; neben einfachen keimbereitenden Organen und Leitungswegen sind daher noch besondere Begattungswerkzeuge notwendig.

a) Die männlichen Generationsorgane.

Als den physiologisch wichtigsten Abschnitt derselben müssen die paarigen **Hoden** bezeichnet werden. Es geht dies schon aus der jedem Landwirt bekannten Thatsache hervor, dass ihre Entfernung, die bei dem Verschneiden (Kastration) vorgenommen wird, dauernde Unfruchtbarkeit zur Folge hat. Sie müssen daher als Keimdrüsen aufgefasst werden, welche den bei der Befruchtung wirksamen Bestandteil der Samenmasse erzeugen.

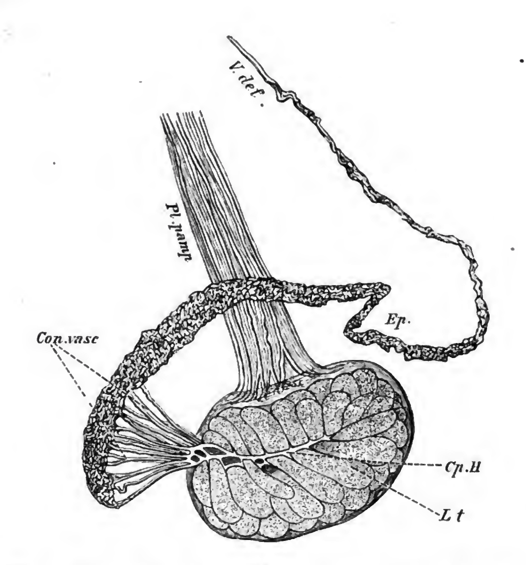


Fig. 1. Hoden, Nebenhoden und Samenleiter. *L. t.* Hodenläppchen, *Ep.* Nebenhoden, *V. def.* Samenleiter.

Die Hoden werden ursprünglich im Innern der Bauchhöhle angelegt, treten aber während des Keimlebens aus derselben heraus, um in einem sackartigen, schwachbehaarten Anhang der Haut geborgen zu werden. Eine Verbindung der Bauchhöhle bleibt aber nach wie vor bestehen.

Die Hoden, welche in diesem geschlossenen Sack (Scrotum) leicht verschiebbar sind, lassen an ihrer Oberfläche eine ziemlich derbe bindegewebige Umhüllung erkennen, welche nach dem Innenraum Scheidewände ausstrahlen lässt und damit fachartig abgeteilte Räume erzeugt. Letztere werden nun von der drüsigen Hodensubstanz erfüllt. Jedes Fach enthält ein Paket gewundener Schläuche, welche man beim Er-

öffnen der Hoden wie Charpie herauszupfen kann, es sind die Samenkanälchen, die auf ihrer Innenfläche mit drüsigem Epithel ausgekleidet werden, aussen dagegen von Blutgefässen umsponnen sind. An ihrer Austrittsstelle aus dem Hoden bilden sie zunächst ein netzartiges Geflecht, aus welchem etwa 14—18 Ausführungsgänge hervorgehen und in dem sie durch Bindegewebe zusammengehalten werden, am oberen Rande des Hodens den Nebenhoden (Epididymis) bilden. Es stellt dieser somit keine den eigentlichen Kleindrüsen kleinwertige Masse dar, sondern ist nichts weiter als eine Vereinigung von Samenkanälchen, welche in seinem Schwanzabschnitt verschmelzen und schliesslich einen einfachen Samenleiter (Vas deferens) erzeugen, der in jederseits in den Samenstrang eintritt, um wieder in die Bauchhöhle zu gelangen.

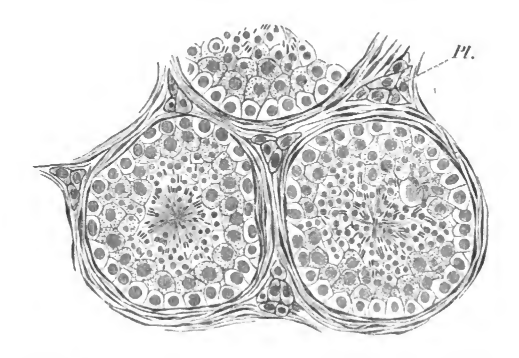


Fig. 2. Durchschnitt durch die Hodenkanälchen des Pferdes.
Pl. Zwischensubstanz. (Nach Eichbaum.)

Das befruchtende Sekret der männlichen Keimdrüse unterscheidet sich in einem höchst wichtigen Punkte von den Ausscheidungen aller übrigen Körperdrüsen — es besteht aus geformten Bestandteilen, den Samenzellen oder Spermatozoen, während für gewöhnlich die Sekrete keine geformten Bestandteile enthalten, es sei denn, dass diese zufällig beigemengt sind.

Die Samenzellen sind ausserordentlich klein; ihrer grossen Beweglichkeit wegen wurden sie einst für mikroskopische Tierchen gehalten, noch heute findet man sie in der Litteratur da und dort als Samentierchen bezeichnet. Das Vorderende wird von einer kugeligen oder eiförmigen Auswellung gebildet, an ihm sitzt ein lebhaft schwingender Schwanzanhang, der durch seine Geisselbewegung den Kopf vorwärts Bei genauer Untersuchung lässt sich noch ein drittes Bestandteil, das Mittelstück, unterscheiden, dessen Substanz chemisch verschieden von den beiden anderen ist.

Mit Bezug auf die Entstehungsweise dieser geformten Elemente gehen die Meinungen im Einzelnen noch auseinander, soviel steht aber fest, dass sie aus Zellen hervorgehen.

Die Auskleidung der feinen Hodenkanälchen besteht einerseits aus Stützzellen, die hier nicht in Betracht kommen, anderseits aus Hodenzellen, welche in mehreren Schichten übereinanderliegen, im allgemeinen eine gerundete Form besitzen, gegen die äussere Wand zu in lebhafter Vermehrung begriffen sind und nach innen zu die Samenzellen abstossen. Die der Achse zunächst liegende Schicht bildet das Lager von Samenmutterzellen, die aus ihr hervorgehenden Samenzellen kehren das Schwanzende nach innen.

Für die Vererbungsfrage ist es von Bedeutung, dass der Kopf zweifellos aus dem Kern der Hodenzellen abstammt, während der Schwanzanhang in dem umgebenden Protoplasma seinen Ursprung zu nehmen scheint.

Die Samenkörperchen werden schubweise nach den Samenleitern transportiert, wobei die Flimmerthätigkeit in den Nebenhoden unterstützend wirkt. Nachdem die Samenwege durch den Inguinalkanal in die Bauchhöhle eingetreten sind, wenden sie sich nach der hintern Wand der Harnblase, um in der Gegend des Blasenhalses in einen einfachen Gang auszumünden, welcher die doppelte Aufgabe hat, als Harnröhre das Produkt der Nieren abfliessen zu lassen und die produzierte Samenmasse wegzuführen. Bevor diese Einmündung erfolgt, treibt jeder Samenleiter ein blasenförmiges Anhangsgebilde hervor, es sind dies die beiden Samenblasen, über deren Rolle man früher unrichtige Vorstellungen hatte. Man betrachtete sie nämlich als Reservoire, welche die schubweise gebildeten Samenkörperchen vorläufig aufnehmen; neueren Angaben zufolge findet man aber in der Regel in ihrem Inhalt keine Samenzellen, sondern lediglich eine zähe, fadenziehende Schleimmasse, die von der drüsenreichen Samenblasenwand abgeschieden wird.

Diese sowohl wie die Wand der Samenleiter enthalten einen Muskelbelag, dessen Fasern ringförmig und der Länge nach verlaufen. Die wurmartigen Zusammenziehungen der Samenleiter, die besonders beim Geschlechtsakt ausgiebig werden, bedingen die nach aussen gerichtete Bewegung der Samenmasse. Einmal im Grunde der Harnröhre angelangt, wird ein Eindringen in die Blase dadurch verhindert, dass die Schliessmuskel derselben den Eingang vollständig verschliesst, so dass nur ein Abfluss nach aussen möglich ist.

Jene Region, wo diese Ausmündung der Samenleiter in der Harnröhre erfolgt, ist ausserdem noch der Sitz einer ziemlich umfangreichen, aus vielen Läppchen gebildeten Drüse, welche man als Vorsteherdrüse oder Prostata bezeichnet. Die von ihr gelieferte Ausscheidung, das Prostatasekret, ist eine ziemlich ausgiebige Flüssigkeit von rahmartiger Beschaffenheit und von einem eigentümlichen Geruch. Sie dient zur Verdünnung der Samenmasse und übt offenbar auf die in ihr enthaltenden Befruchtungsstoffe eine erhaltende Wirkung aus.

Die Harnröhre, deren Wand von einer Schleimhaut gebildet wird, ist inwendig mit einem Epithelium ausgekleidet, dem eine Flimmerung vollständig fehlt; für gewöhnlich werden also die zufällig eindringenden Bestandteile mit dem Harn weggeführt, soweit sie nicht resorbiert werden.

Für den Zweck der Begattung, d. h. der Überführung grösserer Samenmengen in die weiblichen Geschlechtswege würde ein einfacher Ausführunsgang natürlich nicht genügen. Es sind an ihm noch weitere Gebilde angelagert, welche einmal die mechanische Möglichkeit schaffen, die Hindernisse bei der Überführnng der Samenmasse in die weiblichen Geschlechtswege zu überwinden und sodann die bewegende Kraft im richtigen Momente zur Verfügung stellen, um das im hinteren Teile der Harnröhre angesammelte Sekret rasch nach aussen zu befördern.

Der erste Zweck wird damit erreicht, dass der Harnröhre drei Schwellkörper angelagert sind, welche aus sogenanntem Schwellgewebe bestehen. Dieses kavernöse Bindegewebe erhält unmittelbar vor der Begattung eine stärkere Zufuhr und Anfüllung mit Blut, die in ihm ausgebreiteten Arterienzweige erweitern sich, während der Blutabfluss in den Venen gehindert wird. Die Rute (Penis) erlangt dadurch nicht allein eine erhebliche Ausdehnung in die Länge und in die Dicke, sondern auch die erforderliche Steifheit.

Das Schwellgewebe ist auf drei Schwellkörper verteilt. Ein unpaarer Schwellkörper umhüllt die Harnröhre fast der ganzen Länge nach und verdickt sich bei einigen unserer Haustiere vorn zu einer ziemlich umfangreichen Eichel, die natürlich vorn durchbohrt ist. Die beiden andern Schwellkörper entspringen als paarige, undurchbohrte Gebilde in der Gesässgegend und nehmen den Rückenteil der Rute ein. An der Bildung der Eichel sind sie nicht beteiligt. Das Ganze wird von der Fortsetzung der allgemeinen Hautdecke umhüllt, diese faltet sich vorn zur sogenannten Vorhaut ein.

Die andere Aufgabe, die Beschaffung der motorischen Kraft, welche gegen das Ende der Begattung eine ausgiebige Absamung bewirkt, wird von besonderen Muskeln übernommen. Unter ihnen spielt der Samenschneller, der sich mit schrägen und kreisförmigen Fasern an die Harnröhre anlegt, die Hauptrolle. Durch wiederholte und krampfartige Zusammenziehungen wird die am Grunde angesammelte Samenmasse mit einer raschen Bewegung nach aussen ejakuliert.

Da bei dem ganzen Vorgang zusammengesetzte Muskelthätigkeiten entfaltet werden, welche in zweckmässiger Weise ineinandergreifen und eine Erweiterung der Arterien, eine lebhafte Zusammenziehung der Samenleiter, schliesslich eine wiederholte Zuckung des Samenschnellers herbeiführen, so sind mit Naturnotwendigkeit auch Nerveneinflüsse im Spiele. In der That versorgt das Rückenmark die Geschlechtssphäre mit besonderen Nervenbahnen.

Den heutigen Lehren der Nervenphysiologie zufolge ist man genötigt, ein besonderes Nervencentrum anzunehmen, welches alle diese Vorgänge einleitet und beherrscht. Über dessen Sitz hatte man früher

ganz falsche Vorstellungen, indem man den Mittelpunkt der Nerveneinflusses ins Kleinhirn verlegte. Allein man kann z. B. beim Hunde die Erscheinungen der Erektion auch dann noch hervorrufen, wenn man durch einen Schnitt das Gehirn vom Rückenmark vollständig abtrennt. Der Sitz der Geschlechtsthätigkeit wird also vom Rückenmark, genauer gesprochen vom Lendenmark aus reguliert.

Die Erregung erfolgt mit Hülfe von Reflexen.

Die Berührung mit den weiblichen Geschlechtswegen ruft bestimmte Tastempfindungen hervor, welche dem Lendenmark übermittelt werden und das Centrum anregen. Besonders die Eichel ist mit eigentümlichen Tastnervenendigungen ausgestattet.

Dies schliesst jedoch nicht aus, dass dieses Rückenmarkscentrum auch von anderen Bezirken des Nervensystems aus erregt werden kann, selbst das Grosshirn steht zweifellos mit demselben in Verbindung. Gewisse Vorstellungen, die man als erotische bezeichnet, beeinflussen die Geschlechtssphäre. Aber auch verschiedene Sinneseindrücke, welche im Gehirn anlangen, haben den gleichen Erfolg. Die Neckereien und Liebesspiele, welche der Paarung vorausgehen, der erbärmliche Gesang unserer Katzen, die Geruchseindrücke, welche zur Zeit der Brunst erregend wirken, gelangen auf dem Umwege durch das Grosshirn nachträglich bis zum Rückenmarkscentrum.

Ihre Wirkung ist eine reflektorische. Auf das Verhalten der einzelnen Arten der Haustiere nach dieser Richtung braucht hier um so weniger eingegangen zu werden, als die Erscheinungen dem Züchter hinlänglich bekannt sind.

b) Die weiblichen Generationsorgane.

Auch bei diesen tritt der Gegensatz zwischen den eigentlichen Keimstätten und den einfachen Leitungswegen deutlich zu Tage.

Die Keimstätten sind in der Bauchhöhle geborgen und erscheinen bei unseren Haussäugetieren als paarige Gebilde von mässiger Grösse, die den Namen Eierstöcke oder Ovarien führen. Ihre Gestalt ist bohnenförmig, manchmal auch mehr oder weniger kugelig. Beim Schafe beispielsweise sind sie gerundet und von der Grösse einer Haselnuss. Bei älteren und geschlechtsreifen Thieren erscheint die Aussenfläche höckerig; an einzelnen Stellen lassen sich mit blossem Auge da und dort deutlich umschriebene, vorgewölbte Stellen mit wasserklarem Inhalt erkennen, es sind das Stellen mit reifen Eiern; andere Stellen zeigen uns einen rot gefärbten oder rötlichgelben Inhalt, der uns stets verrät dass hier das Ei den Eierstock bereits verlassen hat.

Die Gewebemasse der Ovarien besteht der Hauptsache nach aus einem Bindegewebe, das jedoch mit der Erzeugung der Eier nichts zu thun hat, sondern lediglich die Unterlage, das Stroma für andere, wichtigere Bestandteile abgiebt.

Die Oberfläche wird am jugendlichen Eierstock von einer zusammenhängenden Schicht von Epithelzellen überzogen, die als Keimlager eine

sehr wichtige Rolle zu übernehmen haben. Mehr in der Tiefe trifft man abgetrennte Keiminseln, meist schlauchartige, allseitig abgeschlossene Gebilde an, die sich ziemlich scharf von dem umgebenden Bindegewebe abheben. Einzelne derselben, die Ovarialschläuche, enthalten körnige, lebenskräftige Epithelzellen, andere Schläuche erscheinen wiederum vollkommen verödet.

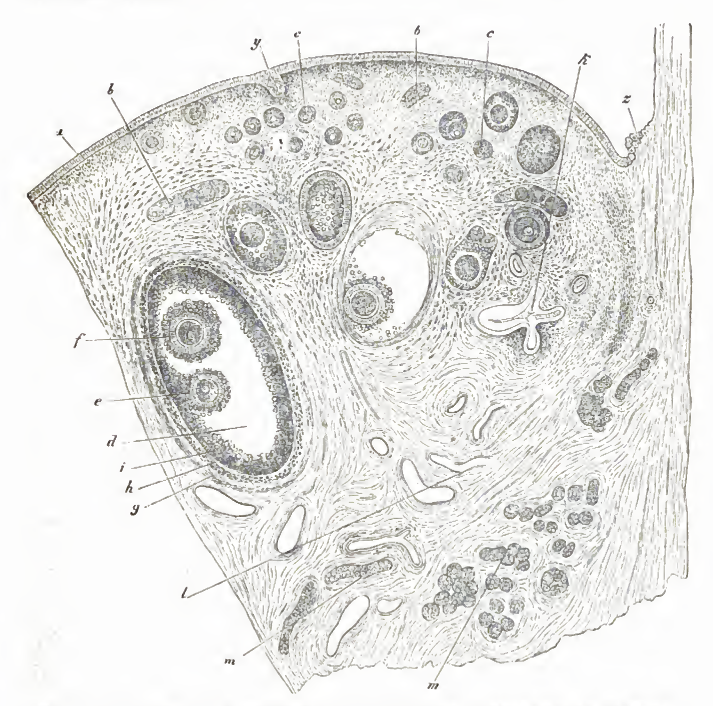


Fig. 3. Durchschnitt durch den Eierstock einer Hündin bei mässig starker Vergrösserung. *a* Keimepithel, *b* Eischläuche, *c* u. *d* Graafsche Follikel, *e* Eihügel mit Ei, bei *f* ein zweites Ei, *k* verödeter Follikel, *l* Gefässe, *y* Einsenkung des Keimepithels. (Nach Waldeyer.)

Zwischen diese eingesprengt erblickt man bei mässigen Vergrösserungen auf Durchschnitten geschlossene Bläschen von wechselnder Grösse, die wenigstens im ausgebildeten Zustande einen flüssigen Inhalt erkennen lassen. Regner de Graaf hat dieselben schon 1677 entdeckt, ihm zu Ehren wurden sie Graafsche Follikel genannt. Lange Zeit hindurch betrachte man sie als die Eier der Säugetiere, bis 1827 Baer

die Entdeckung machte, dass das eigentliche Säugetier-Ei viel kleiner ist und im Innern des Follikels sitzt.

Alle genannten Bildungen stehen in engem Zusammenhang und sind streng genommen nur Ausdrucksformen für die verschiedenen Zustände bei der Eibildung. Wir haben auszugehen von dem an der Oberfläche liegenden Keimepithel. Frühzeitig sprossen an zahlreichen Stellen zapfenartige oder flaschenartige Zellenmassen in die Tiefe, schnüren sich ab und werden zu vereinzelten Eisträngen oder Ovarialschläuchen. Bald erkennt man einen Gegensatz, der sich an den Zellen bemerkbar macht.

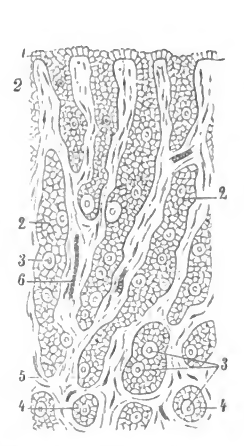


Fig. 4. Schnitt aus dem Eierstock eines Kalbsfötus.
1 Keimepithel, 2 Eischläuche.
3 Ureier, 4 Junge Eifollikel.
(Nach Leisering.)

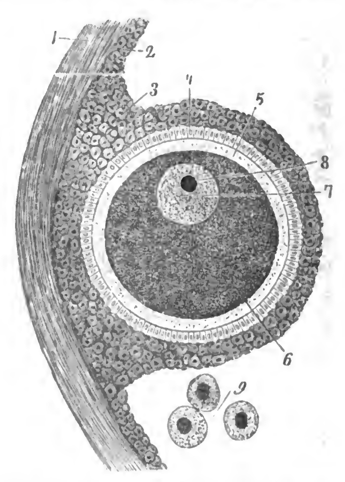


Fig. 5. Eihügel mit reifem Ei aus dem Eierstock der Kuh.
1 Hülle des Follikels, 2 u. 3 Follikelzellen.
4 Zellen des Eifollikels, 5 Zona pellucida.
6 Dotter, 7 Keimbläschen, 8 Keimfleck,
9 Vergrösserte Follikelzellen.
(Nach Leisering.)

Einzelne Zellen werden grösser als die übrigen, sie werden besser ernährt und zwar auf Kosten ihrer Schwesterzellen. Die Übergänge zu den Graafschen Follikeln sind ganz unmerklich; im Innern der abgetrennten Eischläuche wird eine Flüssigkeit ausgeschieden, welche an Menge immer mehr zunimmt und den Follikel abrundet. Die Follikelzellen kleiden die Wand aus, an einer Stelle bilden sie jedoch einen Vorsprung im Innern. Es ist dies der Keimhügel oder Eihügel, bestehend aus dem im Innern gelegenen, umfangreich gewordenen Ei, das von einer deutlichen Hülle begrenzt wird und zahlreichen um dasselbe gelagerten Zellen, die mit den Follikelzellen vollkommen übereinstimmen. Der grösser gewordene,

mit unbewaffnetem Auge leicht erkennbare Follikel wandert nach der Oberfläche, wo er schliesslich platzt. Die austretende Flüssigkeit reisst das Ei mit, dieses ist nun frei geworden und müsste naturgemäss in die Bauchhöhle fallen, wenn nicht eine schützende Vorrichtung dieses verhinderte und auf besonderen Leitungswege das Ei an den richtigen Ort seiner Bestimmung führte.

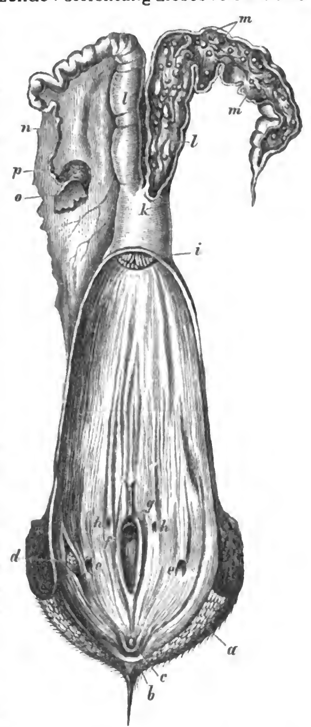


Fig. 6. Zeugungsorgane der Kuh. *a* Schamlippe, *d* Scheidendrüsen, *i* Tragsackmund, *k* Körper des Tragsackes, *l* Hörner desselben, *m* Tragsackwarzen, *n* Eileiter, *p* Eierstock.

In die durch Platzen leergewordene Höhle des Graafschen Follikels findet ein bei den meisten Haustieren nicht sehr bedeutender Bluterguss statt; dieser Inhalt wandelt sich ziemlich bald in eine gelblichrote Masse um und das Ganze wird daher als gelber Körper (Corpus luteum) bezeichnet. Es ist bei der Stute unverhältnismäsig gross, bei den übrigen Arten dagegen viel kleiner. Die Stelle vernarbt nach einiger Zeit und wird schliesslich von einer weissen, kompakten Masse eingenommen. Das losgelöste Ei gelangt normaler Weise in den Eileiter, der jederseits als ziemlich enger und gewundener Schlauch vorhanden ist. Im Gegensatz zu den Samenleitern stehen die Eileiter nicht in enger Verbindung mit den Keimdrüsen, sondern münden an ihren oberen Enden direkt in die Bauchhöhle; sie besitzen hier eine trompetenförmige Erweiterung, welche am Rande mit fingerartigen Fortsätzen besetzt ist. Zur Zeit der Eireife und Lösung des Eies legen sie sich über die Oberfläche des Eierstockes weg und schmiegen sich derselben so fest an, dass die Follikelflüssigkeit samt dem darin enthaltenen Ei aufgefangen wird. Letzteres wird in den nächstfolgenden Abschnitt, den Tragsack oder Uterus transportiert, wo es sich im Falle der Befruchtung festsetzt und weiter entwickelt, im anderen Falle dagegen zerfällt.

Da es nicht aktiv wandern kann, sondern unbeweglich ist, so wird der Transport durch die Flimmerzellen ausgeführt, welche die Eileiter auskleiden, die Richtung der Flimmerung verläuft nach abwärts. Vielleicht wirken auch wurmartige Zusammenziehungen der Eileiter unterstützend.

Wie lange die Reise durch den Eileiter dauert, ist nur schwer zu ermitteln, bei der Stute wird sie auf 8—10 Tage, bei der Kuh auf 24 Stunden veranschlagt.

Die Eileiter erweitern sich an ihrem unteren Teil und gehen damit in die Tragsackhörner über, indem letztere in ihrem Verlauf zu einem unpaaren Gebilde verschmelzen, erzeugen sie den Körper des Tragsackes, welcher am Ende seines Halsstückes den Tragsackmund (Uterusmündung) trägt und in den Scheidengrund übergeht.

Das Längenverhältniss zwischen Körper und Tragsackhörner wechselt bei den einzelnen Haustierarten. Bei der Stute ist der Körper etwa 17 *cm*, jedes Horn ungefähr 12 *cm* lang, während bei der Kuh die Hörner 22 *cm* erreichen, der Körper aber nur etwa 8 *cm* lang wird. Lang und darmähnlich sind die Uterushörner bei der Sau.

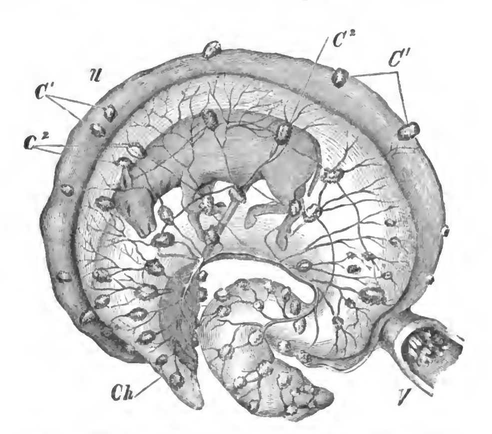


Fig. 7. Tragsackwarzen im Uterus einer trächtigen Kuh. *V* Scheide, *U* Uterus, C^1 Tragsackwarzen, C^2 Kotyledonen der Frucht.
(Nach Colin.)

Im nichtträchtigen Zustande ist die Innenfläche gefaltet, mit der Zunahme der Trächtigkeit verstreichen die Falten. Die Wand enthält einen auffallend starken Belag von Muskeln, welche sich während der Trächtigkeit vermehren; diese Muskulatur spielt eine grosse Rolle am Ende der Tragzeit, indem sie unter den Erscheinungen der sogenannten Geburtswehen das Ausstossen der Frucht unterstützt.

Eröffnet man den Tragsack bei unseren Wiederkäuern, so fallen auf der Innenwand noch zahlreiche warzenartige Gebilde (Tragsackwarzen) auf, deren Bedeutung darin besteht, eine Verbindung des mütterlichen Körpers mit der Frucht zum Zwecke der Ernährung herzustellen.

Über die Scheide, welche zwischen Mastdarm und Harnblase liegt und unter dem After ausmündet, ist lediglich zu bemerken, dass sie zur Aufnahme der Rute bei der Begattúng dient, bei der Geburt dagegen als Leitungsweg der Frucht eine rein passive Rolle spielt. Auf ihrer unteren Seite mündet die Harnröhre aus, so dass sie als Nebenleistung noch die Abfuhr des Harnes zu übernehmen hat.

Es giebt noch äussere Erscheinungen, welche mit der Lösung der befruchtungsfähigen Eier parallel gehen und unter dem Namen der Brunst zusammengefasst werden. Die Zweckmässigkeit derselben leuchtet ein, da sie in sichtbarer Weise den im Innern unsichtbar verlaufenden Vorgang ankündigen und durch kräftige Suggestionswirkungen auf die männlichen Tiere letztere zur Befruchtung der frei werdenden Eier herausfordern.

Während die männlichen Haustiere ununterbrochen Keimstoffe bilden können und daher jeder Zeit sprungfähig sind, so ist bei den weiblichen Tieren die Eireifung eine periodische, sie ist an die Brunstzeit gebunden, letztere daher das Erkennen für die Befruchtungsfähigkeit.

Bei den wildlebenden Säugetieren ist die Brunst an bestimmte Jahreszeiten gebunden und fällt gewöhnlich in das Frühjahr. Der Hausstand hat unter den veränderten Lebensbedingungen die Brunstzeit vielfach abgeändert, während z. B. dieselbe beim Wildschwein auf den Dezember und Januar fällt, herrscht beim zahmen Schwein keine Regel mehr, es wird jährlich 2—3 mal brünstig, besonders im Frühjahr und Herbst Die Dauer der Brunst ist bei den einzelnen Arten sehr verschieden, sie beträgt:

beim Pferd	5—7	Tage,
bei der Kuh	24—36	»
beim Schaf	20—30	»
beim Schwein	24—34	»
beim Hund	9—10	»

Indessen sind diese Zahlen in dem Sinne aufzufassen, dass die Höhe der Brunst sich viel kürzere Zeit hindurch, meist nur während weniger Tage geltend macht. Ihr gehen kaum merkbare Erscheinungen voraus, nachher erfolgt ein langsames Verschwinden.

Erfolgt keine Befruchtung, so wiederholt sich die Brunst in bestimmten Zwischenräumen, bei Stuten und Kühen nach 3—4 Wochen.

Die äusseren Erscheinungen der Brunst machen sich bei den weiblichen Tieren in einer auffallenden Unruhe geltend, sie fressen unregelmässig und harnen häufig, bei den Kühen lässt die Milchergiebigkeit nach.

Die inneren Vorgänge bestehen in einem stark vermehrten Blutzufluss nach der Geschlechtssphäre. Die Schleimhäute sind gerötet und sondern einen reichlichen, stark riechenden, häufig durch Blutbeimischungen geröteten Schleim ab.

Die Eileiter lassen eine Schwellung erkennen und richten sich auf, wodurch das trompetenförmige Ende an den Eierstock angelegt wird. Sind die Erscheinungeu auf der Höhe angelangt, so erfolgt die Loslösung des reifen Eies.

II. Der feinere Bau der Eier und Samenkörperchen.

Es ist eine der grössten Errungenschaften der neueren Biologie, die Thatsache erkannt zu haben, dass der Körper unserer Tiere aus winzigen Elementen aufgebaut wird, welche den Namen »Zellen« erhalten haben und als Werkstätten der organischen Thätigkeit durch Summierung ihrer Einzelleistungen diejenigen Erscheinungen hervorrufen, welche man in ihrer Gesamtheit kurzweg als Leben bezeichnet. Leben ist also die Summe der Lebensäusserungen aller Zellen, welche einen Körper aufbauen. Jede Zelle lässt unschwer einen Körper und eineu in demselben eingeschlossenen Kern erkennen. Dieser Gegensatz lässt vermuten, dass die Leistungen beider verschieden sind; nach unseren heutigen Anschauungen liegt dem Kern die wichtige Aufgabe ob, das Zellenleben zu beherrschen und die Vermehrung der Zelle einzuleiten, während der umgebende Zellkörper die Ernährung besorgt, dabei auch die Bewegung und Empfindung dienen kann.

Nach allen Erfahrungen der neuesten Zeit ist der Bau einer Zelle ziemlich entwickelt und mehrere verschiedenartige Substanzen nehmen daran teil; in recht zutreffender Weise hat daher schon Brücke die Zelle als Elementarorganismus bezeichnet.

Eier und Samenelemente stellen nur eine besondere Art von Zellen dar, ihrer Leistung nach kann man sie am besten als Geschlechtszellen oder Keimzellen bezeichnen.

Es dauerte ziemlich lange, bis diese Auffassung zu allgemeiner Geltung gelangte. Obschon sie geformt sind, lehnte man früher ihre Zellennatur ab und betrachtete sie als Bildungen eigener Art. Noch heute verwendet man in der Litteratur für ihre einzelnen Bestandteile besondere Namen.

Aber sowohl der feinere Bau, das Verhalten nach der Befruchtung, vorab die Entstehungsweise der Eier und Samenkörperchen belehren uns in unzweideutiger Weise, dass sie stets von Zellen abstammen und nichts weiter als Zellen sind.

Allerdings zeigen sie in ihrem Bau und in ihrem Verhalten Eigentümlichkeiten, die wir bei anderen Zellen nicht finden und die nur aus der besonderen Bestimmung dieser Gebilde zu erklären sind.

Die hervorstechendste physiologische Eigentümlichkeit besteht darin, dass die Keimzellen bei allen unseren Haustieren aus dem Verbande der übrigen Zellenmasse austreten und untergehen, wenn keine Befruchtung erfolgt, dagegen einen ganz neuen Organismus aufbauen, wenn sie männliche und weibliche Fortpflanzungszellen bei der Befruchtung verschmelzen.

Die Zweckmässigkeit dieser Einrichtung liegt auf der Hand. Die Zellen des Tierkörpers vermehren sich zwar während einer längeren Periode, dieser Prozess ist aber nicht unbegrenzt, die Zellen nutzen sich ab, der Körper erleidet während seines Lebens vielfache Schädigungen und wird mit der Zeit weniger leistungsfähig. Er wandert entweder ins Schlachthaus oder stirbt eines natürlichen Todes — der Zellenstaat zerfällt.

Dem Grundsatz der Arbeitsteilung folgend, übernehmen vorher gewisse Zellen — die Keimzellen — die Aufgabe, den Zellenstaat zu verjüngen und einen neuen, gleichartigen Organismus aufzubauen.

Es muss dies rechtzeitig, schon auf dem Höhepunkt der Entwickelung geschehen, wenn das Bestehen der Art gesichert sein soll. Auch darf die Produktion an Keimzellen nicht allzu spärlich sein, da sie ja eine Reihe von Fährlichkeiten zu überwinden haben, um ihr Ziel zu erreichen, auch tritt ja sehr häufig der Fall ein, dass aus diesen oder jenen Gründen der neue Organismus schon untergeht, bevor er wieder für die Erhaltung der Art gesorgt hat.

Daher sehen wir stets einen Überschuss an Keimstoffen erzeugt, besonders gilt dieses für die männlichen Keimzellen, die nur unter Schwierigkeiten das Ei erreichen können.

a) Die Eizelle.

Die Eier sind durchweg grösser als alle übrigen Körperzellen, bei den Vögeln erreichen sie bekanntlich infolge von verschiedenen Zuthaten eine ganz bedeutende Grösse. Auffallend klein ist das Säugetierei, das wie schon bemerkt, erst im Jahre 1827 im Eierstock der Hündin entdeckt wurde.

Bei unseren Haussäugern stellt es im ausgereiften Zustande ein kugeliges Gebilde von höchstens 1—1,5 *mm* dar. Wegen der Einfachheit und Ursprünglichkeit in seinen Bauverhältnissen mag das Säugetierei den Ausgangspunkt der Darstellung bilden.

Nach aussen wird es von einer festen Hülle begrenzt, welche schon im Follikel als helle Zone sichtbar ist, man bezeichnet sie als Chorion oder Zona pellucida, sie wird von zahlreichen, senkrecht gestellten Kanälen durchzogen und lässt deswegen auf dem Durchschnitt eine radiäre Streifung erkennen.

Die Hülle umschliesst den sogenannten Eidotter, der körnerreich zu sein pflegt. In ihm haben wir zwei verschiedene Substanzen zu unterscheiden, zunächst eine eiweissartige Masse, das Eiprotoplasma,

eine wichtige Lebenssubstanz. Eingestreut sind zahlreiche, fetthaltige Körnerchen, welche mehr passiver Natur sind. Diese Dotterkörner bilden in ihrer Gesamtheit das Deutoplasma und sind als abgelagerte Reservestoffe zu betrachten, welche dem Ei auf seinem Lebenswege mitgegeben und im Verlaufe der Entwickelung aufgebraucht werden. Im Ei der Katze und der Kuh sind genannte Dotterkörner besonders reichlich vorhanden.

Im Innern schimmert ein helles, deutlich umgrenztes Bläschen durch, welches Kugelgestalt besitzt und einen Durchmesser von 2—3 Hun-

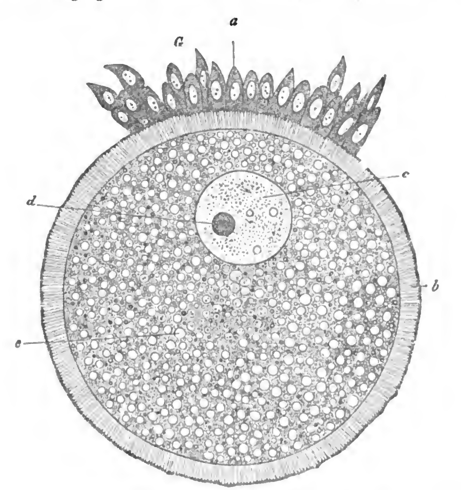


Fig. 8. Stark vergrössertes Ei des Kaninchens.
a Anhaftende Follikelzellen, *b* Zona pellucida, *d* Keimfleck,
c Keimbläschen, *e* Dotter.
(Nach Waldeyer.)

dertstel *mm* erreicht. Es ist dies das Keimbläschen oder Purkinjesche Bläschen. Während der Dotter dem Zellenleib gleichwertig ist, muss letzteres als Kern der Eizelle angesehen werden und besteht aus verschiedenartigen Substanzen.

Bei manchen tierischen Eiern lässt der Kern eine deutliche Hülle erkennen, welche das Keimbläschen als Kernmembran umschliesst, sehr derb ist sie bei Amphibieneiern, in anderen Fällen ist sie wiederum schwieriger nachzuweisen. An dieser Wand angeheftet und im Innern des Keimbläschens ausgespannt ist das Kernnetz, ein Gerüst von netzartig verbundenen Fäden, welches im ruhenden Ei mit Hülfe von Farbstoffen stets nachweisbar ist. In diesem Netzwerk liegt mindestens ein

deutlich unterscheidbares Körperchen, der sogenannte Keimfleck oder Wagnersche Fleck. Die Lücken der Maschen werden von einem wasserklaren Kernsaft erfüllt, der bei Zusatz von Alkohol und Säuren einen feinkörnigen Niederschlag bildet. Es sind in ihm verschiedene, für die Ernährung wichtige Stoffe, vielleicht auch Eiweissstoffe gelöst.

In chemischer Hinsicht unterscheiden sich die einzelnen Bestandteile nicht unerheblich. Die wichtigste Rolle spielt offenbar die Substanz des Kerngerüstes. Sie nimmt, wenn sie zur Gerinnung gebracht wird, gewisse Farbstoffe (Carmin, Haematoxylin in Lösung) äusserst begierig auf und hält dieselben fest, man bezeichnet sie deswegen als Chromatin, eine noch gangbarere Benennung ist Nuclein. In dieser Verbindung ist ein eiweissartiger Körper, nebst einem andern Phosphorsäure enthaltenden organischen Körper vorhanden.

Mikroskopische Befunde sprechen dafür, dass das Nuclein an ein Fadennetz angeheftet ist, welches nicht färbbar ist und dessen Substanz als Linin bezeichnet wird.

Noch ungenügend bekannt ist die Zusammensetzung der Kernkörperchensubstanz. Da sie vom Nuclein abweicht, nennt man sie vorläufig Paranuclein und glaubt, dass sie eine chemische Vorstufe des Nucleins darstelle.

Der Kernsaft besteht aus achromatiner Substanz, welche bei Anwendung von Färbemethoden die Farbstoffe nicht bindet.

Unter einem etwas veränderten Bild erscheint die Eizelle der Vögel.

Wählen wir als Beispiel das allbekannte Hühnerei, so sieht es ganz anders aus, wenn es abgelegt wird, als in dem Momente, da es den Eistock verlässt. An dem traubigen Ovarium sitzen Eier auf verschiedenen Stufen der Ausbildung, die alle eine kugelige Gestalt besitzen und dem Eigelb entsprechen. Sie werden von einer besonderen, ziemlich fetten Dotterhaut umschlossen. Die Hauptmasse des Inhalts besteht aus gelbem Nahrungsdotter, der beim Aufbau des werdenden Hühnchens aufgebraucht wird, aber lediglich als aufgespeichertes Nährmaterial zu betrachten ist. Bei näherer Untersuchung erkennt man an einer Stelle den sogenannten Hahnentritt oder die Narbe. Ihre Masse dient allein zum Aufbau des Körpers, sie ist Bildungsdotter, welcher ein Keimbläschen einschliesst. Da ihr ein grosses Quantum Nährdotter beigegeben ist, wird das Eierstocksei ungebührlich vergrössert.

Löst es sich los und tritt in den drüsenreichen Eileiter über, so werden der Dotterhaut noch weitere Umhüllungen als Produkte des Eileiters beigegeben (sekundäre Hüllen). Da diese aber das Eindringen der Befruchtungsstoffe hindern würden, so muss das Ei schon vorher hoch oben in den Eileitern befruchtet werden.

Dann scheiden die Eileiterdrüsen eine Eiweisshülle, eine Schalenhaut und eine Kalkschale um das Eigelb herum ab.

Die auffallende Grösse der Eientwicklung im Vergleich zu den winzigen Samenelementen erklärt sich aus seiner Bestimmung, den Keim

auf eine gewisse Stufe der Vollendung zu bringen, die nötigen Spannkräfte aufzuspeichern, die sich später in lebendige Kräfte umsetzen.

Da wir ein Gemenge von chemisch kompliziert gebauten Stoffen in demselben zusammengedrängt finden, so leuchtet ein, dass nicht alle derselben die Träger der vererbbaren Eigenschaften sein können. Welcher Bestandteil des Eies als Vererbungssubstanz angesprochen werden darf, wird sich aus den Erscheinungen der Befruchtung ergeben.

b) Die Samenzelle.

Sind die Eier als zellige Elemente von auffallender Grösse, so findet bei den geformten Bestandteilen der Samenflüssigkeit gerade das Gegenteil statt, die Samenzellen sind ausserordentlich zahlreich, aber sehr klein. Einzelne Ausnahmen abgerechnet, zeigt ihr Bau nicht nur bei den verschiedenen Haustieren, sondern in den einzelnen grossen Hauptabteilungen des Tierreiches überall die gleichen Verhältnisse.

Jede Samenzelle entspricht einer mit einfachem beweglichem Anhang versehenen Geisselzelle, an welcher man drei Abschnitte unterscheiden

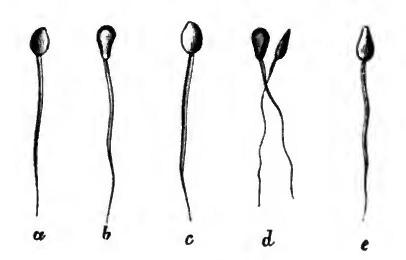


Fig. 9. Samenzellen
a vom Pferde, *b* vom Stier, *c* vom Schaf, *d* vom Hund,
e von der Katze.
(Nach Kölliker.)

kann. Das Vorderende wird von dem birnförmigen, abgeflachten Kopf eingenommen. Darauf folgt ein Mittelstück und auf dieses der peitschenartige Schwanz der Samenzelle. Wie man sich durch einen Blick in das Mikroskop leicht überzeugen kann, führt letzterer allein lebhafte Bewegungen aus und schiebt in Flüssigkeiten den unbeweglichen Kopf samt dem Mittelstück vorwärts. Die Geschwindigkeit der Bewegung ist nicht unbeträchtlich, sie wird auf 1,2—3,6 *mm* per Minute angegeben. Die Anordnung der Zellenbestandteile ist eine durchaus eigenartige, lässt sich jedoch durch die physiologische Rolle des Gebildes vollkommen erklären.

Morphologische wie chemische Gründe weisen darauf hin, dass der

Kopf einem Zellenkern entspricht. Die Entwicklung der Samenzelle aus der Hodenzelle hat ja bereits gezeigt, dass der Kopf aus dem Kern der letzteren entstammt; Farbstofflösungen werden von ihm mit grosser Begier aufgenommen, seine Masse besteht aus Nuclein oder Chromatin, welches unter gewissen Umständen, wie beim Eintritt ins Eiplasma, Flüssigkeit aufnimmt und stark aufschwillt.

Über die Deutung des Mittelstückes herrscht noch eine gewisse Unsicherheit.

Äusseren Einflüssen gegenüber erweist sich die Samenzelle weit widerstandsfähiger als das Ei. Versuche haben gezeigt, dass Gefrierenlassen und Wiederauftauen die Bewegungsfähigkeit der Samenfäden nicht aufzuhalten vermag; verdünnte Lösungen von Alkalien steigern zunächst die Bewegung des Schwanzstückes, dagegen ist die Empfindlichkeit gegenüber Säuren eine sehr grosse, selbst ganz schwache saure Lösungen vernichten die Lebensthätigkeit und führen den Tod der Samenkörperchen herbei. Man nimmt an, dass chronische Katarrhe der Scheide oder des Fruchtbehälters oder der Eileiter wegen der sauren Beschaffenheit ihrer Absonderungen deswegen die Befruchtung verhindern.

Andere Einwirkungen chemischer Art bewirken nur eine vorübergehende Lähmung. An lebhaft beweglichen Samenfäden von Seeigeln wurde die Beobachtnng gemacht, dass eine halbprozentige Lösung von Chloralhydrat schon nach fünf Minuten die Bewegung vollständig zum Stillstand brachte, aber in reinem Meerwasser sehr rasch wiederkehrte, die Befruchtungsfähigkeit trotz der vorübergehenden Lähmung keineswegs gelitten hatte.

Eine halbstündige Einwirkung der Chlorallösung bewirkte eine stärkere Lähmung, doch waren nach einiger Zeit, wenn das schädigende Mittel entfernt wurde, die Samenfäden wieder befruchtungsfähig (Hertwig).

In den Geschlechtswegen der weiblichen Tiere bleiben die durch die Begattung übergeführten Samenzellen längere Zeit lebenskräftig.

Das auffallendste Beispiel liefern die Fledermäuse, bei denen die Begattung vor der Überwinterung erfolgt; die im Fruchthälter aufgespeicherte Samenmasse erhält sich den ganzen Winter hindurch bis zum Frühjahr lebensfähig. Beim Huhn werden noch bis zum 18. Tage befruchtete Eier abgelegt, nachdem der Hahn entfernt ist.

Bei dem passiven Charakter der Eier müssen die kleinen und sehr beweglichen Samenfäden eine kürzere oder längere Wanderung unternehmen, bis sie zu denselben gelangen können. Diese Wanderstrecke ist nicht für alle Haustiere gleich gross, denn z. B. beim Pferd wird die Samenmasse lediglich in den Scheidenteil ergossen, während bei den Wiederkäuern und Schweinen die Rute durch den Muttermund bis in die Höhlung des Tragsackes vordringen soll.

Da man schon hoch oben im Eileiter befruchtete Eier antrifft, so wandern die männlichen Keimstoffe ziemlich rasch gegen die Eierstöcke

hin und vermögen den ihnen entgegenstehenden Flimmerstrom in den Eileitern ganz wohl zu überwinden.

Manche glauben, dass Zusammenziehungen der Scheide und eine saugende Wirkung des Fruchthälters die Vorwärtsbewegung des Samens unterstützt. Dass der Vorgang der Befruchtung in der geschilderten Weise erfolgt, lehren die Versuche über künstliche Befruchtung, die schon Spallanzani bei der Hündin mit Erfolg ausgeführt hat.

III. Die Veränderungen im Ei vor und während der Befruchtung.

Bis in die Neuzeit herrschte über den Vorgang der Befruchtung eine grosse Unklarheit. Die Gegenwart von Dotter erschwert die Verfolgung der inneren Veränderungen im Ei und nur in ganz besonders günstigen Fällen gelang es, Einzelheiten festzustellen. Nach dem, was wir in den beiden letzten Jahrzehnten darüber erfahren haben, verläuft der Befruchtungsprozess bei den verschiedenen tierischen Abteilungen in derselben gesetzmässigen Weise, so dass wir bei der Untersuchung nicht notwendig an die Haustiere gebunden sind, sondern auch ganz entfernt stehende Arten, zum Beispiel Würmer oder Seeigel, als Objekt der Darstellung wählen können.

In älterer Zeit hatte man ganz seltsame und durchaus eigentümliche Vorstellungen von dem Befruchtungsvorgang. Man glaubte, dass die Befruchtung auf Distanz erfolgen könne und an von einem besonderen Samendunst oder Aura seminalis, wie ihn die alten Physiologen nannten, ausgehe.

Da nun, wie oben bemerkt wurde, die Samenstoffe wandern und schliesslich nicht nur hoch oben in den Eileitern, sondern sogar auf den Eierstöcken angetroffen werden, so ist die Wirkung auf Distanz höchst unwahrscheinlich. Spallanzani hat denn auch längst bewiesen, dass eine direkte Berührung von Ei und Samen zur Befruchtung erforderlich ist; Froscheier, die er in der Nähe des Samens aufgehängt hatte, wurden niemals befruchtet und damit war an die Stelle des Samendunstes die einzig richtige Theorie von der Kontaktwirkung gesetzt. Seither nahm man allgemein an, dass eine grössere Zahl von Samenfäden in den Dotter eindringen und sich unter Verlust ihrer Beweglichkeit darin auflösen. Den Wendepunkt bezeichnet das Jahr 1875, indem O. Hertwig auf Grund seiner Beobachtungen an Seeigeleiern zu dem weittragenden Ergebnis gelangte, dass wohl mehrere Samenfäden ins Ei eindringen können, für gewöhnlich aber ein einziger Samenfaden zur Befruchtung genügt, dass sich dessen Kopf zu einem kleinen Körperchen umwandelt, sich dem Kern der Eizelle nähert und schliesslich mit ihm verschmilzt.

Fast gleichzeitig gelangte E. van Beneden zu ähnlichen Ergebnissen beim Säugetierei und bald darauf schilderte H. Fol den Befruchtungsvorgang mit noch mehr Einzelheiten.

Bevor jedoch das Ei befruchtungsfähig wird, gehen an ihm wichtige Veränderungen vor sich, welche man als Vorbereitungen zur Befruchtung ansehen muss und besonders die Kernsubstanz in Mitleidenschaft ziehen. In ihrem vollen Umfange sind sie wiederum erst in der Neuzeit zu unserer Kenntniss gelangt.

Zwar ist es älteren Beobachtern nicht entgangen, dass mit dem Keimbläschen etwas vorgeht, bevor die Samenzelle einwirkt; man glaubte, dass es verschwinde und vorübergehend ein kernloser Zustand eintrete. Diese Annahme ist jedoch nicht ganz zutreffend. Besonders schön lassen sich die Veränderungen an den durchsichtigen Eiern der Sterntiere (Echinodermen) verfolgen.

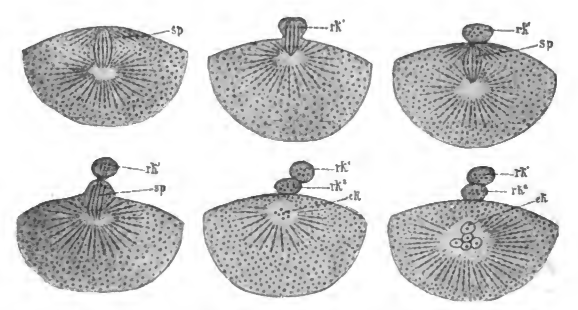


Fig. 10. Abschnürung der Richtungskörperchen (Polzellen) als Vorbereitung zur Eireife beim Ei des Seesterns.

sp Kernspindel, $\left.\begin{matrix} rk^1 \\ rk^2 \end{matrix}\right\}$ Richtungskörperchen, *ek* Eikern oder weiblicher Vorkern.

(Nach O. Hertwig.)

Das Keimbläschen verändert zunächst seine Lage und rückt aus der Mitte des Eies gegen die Oberfläche hin, die Kernmembran verschwindet und es tritt die von ihm umschlossene Flüssigkeit in den Dotter aus, der Keimfleck löst sich auf. Der Rest streckt sich zu einer Spindel, in welcher längs verlaufende Fäden erkennbar werden. Die Stücke des Nucleins gruppieren sich im Äquator der Spindel zu einer sogenannten Äquatorialplatte. Die Spindel rückt bis an den Rand des Dotters vor und wird senkrecht zur Eioberfläche gestellt. Über dem einen Spindelpol wölbt sich der Dotter, so dass eine knopffarbig hervortretende Stelle bemerkbar wird. In diese drängt sich das äussere Spindelende vor, die halbierte Chromatinmasse oder Nucleinsubstanz rückt nach und es wird die Hälfte der Spindel mit einer geringen Menge Dotter völlig abgeschnürt. Es hat sich somit eine kleine Zelle gebildet, welche als Polzelle oder Richtungskörperchen bezeichnet

wird. Der Vorgang wiederholt sich, es schnürt sich unter den gleichen Erscheinungen eine zweite Polzelle ab.

Bisher sind bei zahlreichen Wirbellosen und Wirbeltieren solche Richtungskörperchen beobachtet worden, so dass ein gesetzmässig auftretender Vorgang vorliegt.

Recht übersichtlich lassen sich die Einzelheiten am Ei des Pferdespulwurmes (Ascaris megalocephala) verfolgen. Nach den Angaben von Boveri sind die Nucleinmassen, die geteilt werden, so gering, dass sich der Halbierungsvorgang mit aller Deutlichkeit erkennen lässt. Die Stücke der färbbaren Kernmasse sind zu zwei Bündeln gruppiert, von denen jeder vier Portionen aufweist. Der spindelförmig gewordene Kern steigt zur Eifläche empor, die Hälfte der Stücke tritt in die Polzelle ein, bei dem sich wiederholenden Vorgang erscheint wiederum die Hälfte der zurckgebliebenen Nucleinmasse in der zweiten Polzelle.

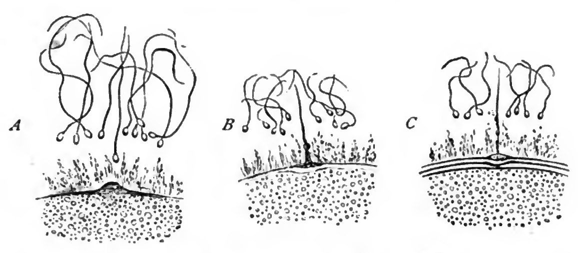


Fig. 11 Befruchtungsvorgang am Ei des Seesterns.
Bei *A* ist der Empfängnishügel dargestellt, bei *B* ist der Kontakt mit der Samenzelle, bei *C* die gebildete Dotterhaut sichtbar.
(Nach H. Fol.)

Bei genanntem Spulwurm ist der Vorgang der Eireifung insofern etwas abweichend, als das Ausstossen von Richtungskörperchen sich vollzieht, nach dem das befruchtende Samenelement bereits in den Dotter eingedrungen ist.

Der Kern des reifen, befruchtungsfähigen Eies ist sonach etwas anderes als das Keimbläschen, dieses hat seine Kernsubstanz vermindert. Welche tiefere Bedeutung diesem Vorgang beizumessen ist, darüber sind verschiedene Erklärungen aufgestellt worden, auf welche wir zurückkommen.

Der reduzierte Kern wird nunmehr als Eikern (Hertwig) oder als weiblicher Vorkern (v. Beneden) bezeichnet.

Die Befruchtungsvorgänge lassen sich am leichtesten bei denjenigen Tieren verfolgen, bei denen keine eigentliche Begattung stattfindet, bei Wassertieren, die ihre Eier einfach entleeren und es dem Zufall überlassen, ob dieselben mit den Befruchtungsstoffen zusammentreffen. Solche Tiere produzieren meist viele Eier, die man in einer Glasdose sammeln

und sie künstlich befruchten kann. Als besonders günstige Untersuchungsobjekte sind die Eier von Seesternen und Seeigeln gewählt worden.

Die einleitenden Vorgänge sind am genauesten von Fol am Seesternei beobachtet worden. Zahlreiche Samenfäden bohren sich mit ihren Köpfen in die umgebende Gallerthülle ein, aber nur ein einziger wirkt befruchtend und zwar derjenige, welcher mit Hilfe seines beweglichen Anhanges zuerst in die Nähe des Dotters gelangt. Es scheint eine Wirkung auf Distanz ausgeübt zu werden, denn bei der Annäherung erhebt sich das Eiplasma kegelförmig, um dem Kopf der Samenzelle entgegenzukommen; diese Erhebung heisst Empfängnishügel. Im Moment der Berührung bildet sich von demselben aus auf der Oberfläche des Dotters aus eine feine Haut, welche sich etwas abhebt und damit das Eindringen anderer Samenfäden verhindert. Der bewegliche Schwanzabschnitt verschwindet, wahrscheinlich wird er im Eiplasma

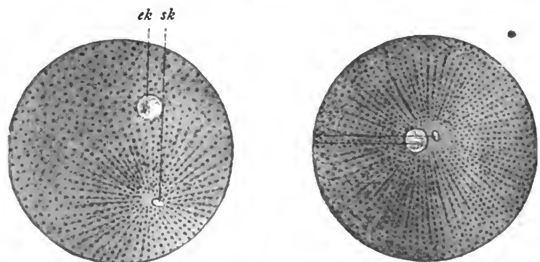


Fig. 12. Befruchtungsvorgang am Ei des Seeigels in zwei Stadien *A* u. *B*. *sk* männlicher Vorkern, *ek* weiblicher Vorkern. (Nach O. Hertwig.)

aufgelöst, der Kopf dagegen vergrössert sich, wird zu einem rundlichen Gebilde und zieht eine Strahlenfigur um sich her. Er ist jetzt zum Samenkern oder männlichen Vorkern geworden.

Eikern uud Samenkern üben nun gegenseitig eine in die Augen fallende Anziehungskraft aus, ungefähr in der Mitte des Eies treffen sie zusammen und verschmelzen zu einem einzigen Kern, der nun den ersten Furchungskern bildet und von dem später indirekt alle Kerne beim Aufbau des Keimes abstammen.

Der ganze Vorgang kann sich in der kurzen Zeit von zehn Minuten abspielen.

Das Keimbläschen musste also erst Substanz abgeben und dann wieder neue aufnehmen. Es lässt sich die Gleichung aufstellen:

Furchungskern = Keimbläschen — Richtungskörperchenkerne + Samenkern.

Bei der Befruchtung tritt also die bedeutsame Erscheinung auf, dass zwei Kerne sich verbinden, die von verschiedenen Geschlechtern herrühren; es ist daher naheliegend und wird auch durch

andere Gründe bestätigt, dass die Kernsubstanz die eigentliche Vererbungssubstanz ist, die von mütterlicher Seite gelieferte Eikernsubstanz liefert die mütterlichen Eigenschaften, die von väterlicher Seite gelieferte Spermakernsubstanz ist Träger der väterlichen Eigenschaften.

Es ist gewiss eine der merkwürdigsten Thatsachen, welche uns die Biologie geliefert hat, dass die elterlichen Anlagen in Form einer so winzigen Substanz sich auf die Nachkommen übertragen lassen.

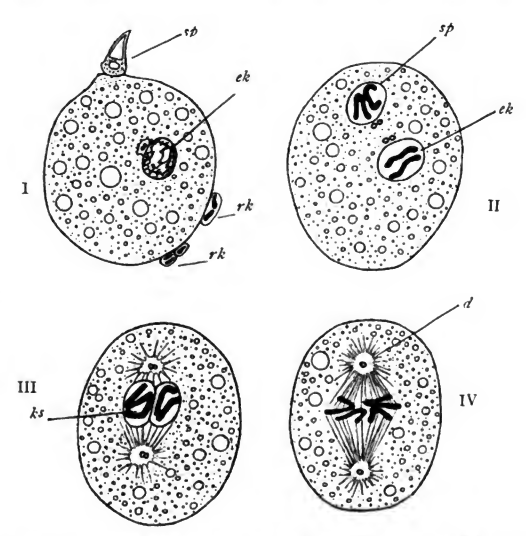


Fig. 13. Schematische Darstellung des Befruchtungsvorganges am Ei des Pferdespulwurmes.
I—IV. Vier aufeinanderfolgende Phasen.
rk Polzellen, *sp* Spermazelle, *ek* Eikern, *sk* Spermakern, *ks* Kernschleifen (Chromatinstücke), *d* Polstrahlung der Kernspindel mit je einem Centralkörperchen im Innern der Strahlenfigur.
(Nach A. Weismann.)

Wir können aber noch weiter gehen. Der Kern enthält färbbare und nicht färbbare Substanzen und wir sind berechtigt, erstere als Vererbungssubstanz zu bezeichnen, in dem sie allein sichtbare spezifische Eigentümlichkeiten bei den verschiedenen Tierarten erkennen lässt.

Ein höchst lehrreiches Beispiel, das uns in dieser Frage Aufklärung geboten hat, liefert der Pferdespulwurm. Wir sehen dort, wie der männliche und der weibliche Vorkern gleichviel Erbmasse übertragen, d. h. je zwei Schleifen von Nucleinsubstanz, die später gemischt in einer Furchungspindel des ersten Kernes auftreten und als vier Stücke, zwei

väterliche und zwei mütterliche, bilden. Sie sind äusserlich nicht verschieden, so dass also die Geschlechtsunterschiede nur in ihren Trägern, dem Ei und der Samenzelle, ausgesprochen sind.

Ausnahmsweise dringen mehrere Samenfäden ins Ei ein. Künstlich kann man unschwer diese Überfruchtung herbeiführen, indem man die Eier vor der Befruchtung mit chemischen Mitteln narkotisiert.

In allen diesen Fällen handelt es sich wohl um eine abnorme Erscheinung, die störend in den Gang der Entwicklung eingreift und zu Missbildungen führt. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass eine solche Überfruchtung die Ursache von Doppelbildungen und Mehrfachbildungen im Keime wird.

Bei einem Rückblick auf alle diese Erscheinungen fällt uns in erster Linie auf, dass regelmässig die Kernsubstanz des Keimbläschens vermindert wird. Durch Ausstossen der beiden Richtungskörperchen wird nur wenig vom Eiplasma abgelöst, verhältnismässig weit stärker wird die Kernsubstanz vermindert und jedesmal halbiert.

Das gesetzmässige Auftreten dieser Erscheinung muss irgend einen und jedenfalls nicht unwichtigen Zweck haben.

Einige Forscher, unter ihnen auch van Beneden, nehmen an, dass es sich hierbei um ein Weiblichwerden des Keimbläschens handle, indem sich dieses der väterlichen Bestandteile entledigt, um Raum zu gewinnen für die aufzunehmenden männlichen Bestandteile. Da nämlich jeder auf geschlechtlichem Wege erzeugte Organismus väterliche und mütterliche Anlagen enthält, so gilt dies für alle Körperzellen, also auch für die unreife Eizelle. Diese ist also im gewissen Sinne zwitterig, bei der Reifung würde also das Ei dadurch wieder weiblich, dass es die männlichen Elemente abstösst.

Gewisse Vorgänge, die uns bei der Halbierung der Nucleinstücke bekannt geworden sind, lassen sich jedoch schwerlich mit dieser Auffassung vereinigen.

Wahrscheinlich ist die Entfernung von Kernsubstanz durch die Richtungskörperchen in etwas abweichender Weise als eine Reduktionsteilung aufzufassen, bei welcher es sich um die Ausschaltung von Erbanlagen aus früheren Generationen handelt, damit die Anlagen der Eltern hinreichend Raum gewinnen. Der Kern braucht dabei keineswegs weiblich zu werden.

Überlegt man sich die Sachlage näher, so besteht ja z. B. bei allen unseren Haustieren die geschlechtliche Fortpflanzung schon seit undenklichen Zeiten. Mit jeder Generation werden neue Erbanlagen zugeführt, denkt man sich diesen Vorgang Jahrtausende hindurch fortgesetzt, so müssten ja die Anlagen sich dermassen häufen, dass sie im Ei gar nicht mehr untergebracht werden könnten. Logischer Weise muss man ja annehmen, dass die fortwährend neu eintretenden Anlagen an eine gewisse Menge Substanz gebunden sind, wenn diese auch an Masse noch so gering ist.

Auch müsste beim Aufbau des neuen Organismus eine ziemliche

Verwirrung eintreten, wenn alle diese früheren Erbanlagen zur Geltung kommen wollten. Gewisse Anlagen, soweit sie eben die allgemeinen Grundlinien des Organismus betreffen, kommen freilich jedesmal zur Geltung. Man könnte sie etwa dem eisernen Bestande vergleichen. Sie halten mit einer gewissen Zähigkeit an der einmal erworbenen Gestaltung des Körpers fest. Daneben kommen aber noch allerlei Eigentümlichkeiten der Zeugenden zur Anlage und zur Ausbildung und diese verlangen gleichsam den Vortritt vor allen früheren Generationsanlagen. Dieser naturgemäss erscheinenden Erklärungsweise hat namentlich Weismann Geltung verschafft, wenn er auch aus spekulativen Gründen anfänglich nur dem zweiten Richtungskörperchen die Funktion der Ausschaltung von »Ahnenplasma« zugestehen will.

Eine dritte Hypothese, die mehrfach Anhänger gewonnen hat (Bütschli, Hertwig, Boveri), erklärt die Richtungskörperchen, die ja im Grunde genommen winzige Zellen sind, als verkümmerte Eier oder Abortiveier, ohne damit behaupten zu wollen, dass sie völlig zwecklos sind.

Da eine Samenmutterzelle mehrere Samenzellen hervorbringt, so mag in ähnlicher Weise einst ein Ei bei der Reifung mehrere Eier hervorgebracht haben, von denen aber die übrigen nach und nach zu Gunsten eines einigen liquidiert haben und rudimentär geworden sind.

So bestechend diese Deutung ist, so steht ihr doch die Schwierigkeit entgegen, dass keine Übergänge von dem ursprünglichen Verhalten zu dem jetzigen nachweisbar sind. Rudimentäre Bildungen treten, wie die Erfahrung lehrt, gewöhnlich nur in kleineren oder grösseren Tiergruppen auf, während wir in der ganzen Tierwelt in der Regel zwei Richtungskörperchen antreffen, dieses Rudimentärwerden in gleicher Weise also ganz verschiedene Tierkreise ergriffen hätte.

Hinsichtlich der eigentlichen Befruchtungsstoffe sehen wir von beiden Eltern gleichviel geliefert, sie gehören der Kernsubstanz und nicht den äusseren Umhüllungen an. Genauer gesprochen ist die vererbende Masse ein ziemlich kompaktes und daher stark färbbares Protoplasma des ursprünglichen Kerngerüstes, also Nuclein, welches in die beiden Vorkerne eintritt. Sichtbare Unterschiede lassen sie nicht erkennen und wenn sie einmal in den gemeinsamen Kern der ersten Führungszelle eingetreten sind, gelingt es nicht, sie auseinanderzuhalten. Die Unterschiede der Geschlechtszellen werden also durch andere Bestandteile hervorgerufen, welche mit der Befruchtung und Vererbung garnichts zu thun haben; sie dienen nur indirekt zur Unterstützung der Befruchtung wie der bewegliche Schwanz der Samenzelle oder zur Ernährung des Keimes, wie der im Ei enthaltene Dotter.

Der Unterschied der Geschlechtszellen ist also daraus zu erklären, dass diese Hülfeleistung infolge von Arbeitsteilung beim Ei andere ist als bei der Samenzelle.

Der Vorgang und das Wesen der Befruchtung lässt sich somit in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Der Befruchtung geht eine Eireifung voraus, bei welcher das Keimbläschen an die Oberfläche des Dotters rückt.

2. Es werden hierauf zwei Richtungskörperchen abgeschnürt, welche die halbierte Kernsubstanz des Keimbläschens enthalten.

3. Dieses Ausstossen von Kernbestandteilen ist vermutlich als eine Entfernung von Erbanlagen früherer Generationen zu deuten und hat gleichzeitig die Bedeutung von Massenverminderung, um den Kern nicht allzu gross werden zu lassen.

4. Die Befruchtung des ausgereiften Eies wird in der Regel von einer einzigen Samenzelle vollzogen.

5. Wie die bisherigen Beobachtungen lehren, erzeugt das gleichzeitige Eindringen mehrerer Samenzellen Missbildungen, es wird also durch besondere Schutzvorrichtungen zu verhindern gesucht.

6. Das Wesentliche an der Befruchtung ist die Vereinigung der von befruchtungsfähigen männlichen und weiblichen Geschlechtszellen gelieferten Kernbestandteilen.

7. Die Kernsubstanz ist somit als eigentliche Vererbungssubstanz anzusehen, genauer gesprochen ist es der färbbare Teil des Kerns (Nuclein). Die übrigen Bestandteile des Eies und Samenfadens haben mit der Befruchtung und Vererbung direkt nichts zu thun.

IV. Die Entwicklung des Keimes nach der Befruchtung.

Sobald das Ei befruchtet ist, vollziehen sich an demselben ohne weitere äussere Einwirkungen, also zunächst aus inneren, freilich von aussen her eingeführten Ursachen Veränderungen, die bei allen Eiern stets die gleiche Bahn einschlagen und mit fast wunderbarer Regelmässigkeit ablaufen; sie führen zur Ausbildung eines Organismus, der schliesslich die Gestalt seiner Erzeuger annimmt.

Die Befruchtung wirkt somit als auslösendes Moment. Um ein Bild zu gebrauchen, gleicht das befruchtete Ei einer aufgezogenen Uhr, die eine bestimmte Zeitperiode hindurch in stets gleicher Weise ihr kompliziertes Räderwerk mit genauem Gang in Bewegung setzt.

Schon aus dem vorigen Kapitel war es ersichtlich, dass das Ei als Ausgangspunkt für den werdenden Organismus einen ziemlich verwickelten Bau haben muss, indem verschiedene Substanzen bei ihrer Thätigkeit harmonisch ineinander greifen. Das Ei ist ein »Elementarorganismus« im tieferen Sinne des Wortes.

Unsere besten Hülfsmittel erlauben uns nicht, in die letzte Zusammensammensetzung der Vererbungssubstanz einzudringen, wir stehen da zunächst vor einer unlösbaren Aufgabe. Die nähere Überlegung muss uns jedoch sagen, dass dieselbe, weil sie viele Anlagen enthält, einen recht verwickelten Bau haben muss, obschon sie nur einen Bruchteil des Eies bildet. Scheinbar vollkommen gleichgebaute Eier zeigen spezifische Unterschiede, die uns entgehen, weil uns durch unsere Organisation gewisse Grenzen des Frkennens gesetzt sind.

Es wird dem geübtesten Mikroskopiker nicht möglich sein, mit Sicherheit zu entscheiden, ob er das Ei eines Hundes, eines Schafes oder eines Kaninchens vor sich hat; trotz der scheinbaren Gleichheit entstehen eben aus dem Hunde-Ei stets ein Hund und niemals ein Schaf oder ein Kaninchen.

Die geistige Spekulation versucht wohl über die Grenze des sinnlich Wahrnehmbaren hinaus zu dringen, sie macht damit notwendig einen Gang ins Ungewisse. Die Physiologen früherer Zeiten hatten sich bereits bestimmte Vorstellungen über den Gang der Keimentwicklung gemacht, die uns freilich seltsam vorkommen.

Im vorigen Jahrhundert herrschte fast allgemein die Ansicht, dass es sich bei der Entwicklung des Eies um ein blosses Wachstum bereits vorhandener Teile handle. Der Organismus sollte bereits fertig im Ei vorgebildet oder präformiert sein, um sich nach und nach auszuwickeln und sichtbar zu werden.

Im Hunde-Ei wäre also bereits ein fertiges Hündchen vorhanden, das man nur noch nicht in den Einzelheiten sieht.

Diese Lehre ist unter dem Namen »Präformationslehre« bekannt. In ihrer logischen Ausbildung führt sie allerdings zu den absonderlichsten Schlüssen.

Nehmen wir z. B. an, dass im Ei einer Stute das Füllen schon in allen Teilen vorgebildet ist, so muss, wenn dasselbe weiblich ist, bereits auch schon ein Eierstock mit Eiern da sein, wenn man dies auch nicht sieht. Diese Eier haben noch kleinere Füllen angelegt, die im weiblichen Geschlecht abermals kleinere Füllen eingeschachtelt enthalten. Wie man bei einem Satz Schachteln immer wieder aus einer Schachtel eine noch kleinere Schachtel herausnehmen kann, so wird im Verlaufe der Generationen eine um die andere gleichsam ausgeschachtelt. Die erste Stute, die überhaupt da war, barg in ihrem Eierstock die sämmtlichen Generationen.

Man hat diese Theorie auf den Menschen anzuwenden versucht und rechnete allen Ernstes aus, wie viel Menschen die Eva bereits eingeschachtelt hatte.

Man kann billig fragen, wie die Naturforschung des vorigen Jahrhunderts auf solche Abwege geraten konnte, allein man muss doch hinzufügen, dass der Lehre scheinbar Thatsachen zu grunde gelegt werden konnten. Der Genfer Naturforscher Charles Bonnet hatte nämlich um die Mitte des vorigen Jahrhunderts die Aufsehen erregende Beobachtung gemacht, dass bei den allbekannten Blattläusen die Weibchen mehrere Generationen hindurch Nachkommen erzeugen, ohne befruchtet zu werden, diese successive Ausschachtelung der Generationen also thatsächlich erfolgt.

Übrigens teilten sich die Anhänger der Präformationslehre wieder in zwei Lager, in die Ovulisten und in die Animalkulisten.

Die ersten erblickten in dem Ei den vorgebildeten Keim und die Befruchtung gab nur den Anstoss zu dessen Auswicklung oder »Evolution«.

Die Animalkulisten, zu denen der Holländer Leeuwenhoek, der Entdecker der Samenfäden gehörte, hielten dagegen die beweglichen Zoospermien für die eigentlichen Keime und das Ei war für sie nur der günstige Boden, auf welchem diese Keimlinge aufwachsen konnten.

Der Streit war natürlich ein sehr müssiger, da wir ja heute wissen, dass Ei und Samenzelle gleichmässig am Aufbau des Keimes und der Vererbung bethätigt sind. Aber schon im vorigen Jahrhundert, nämlich 1759 trat Caspar Friedrich Wolff der Präformationslehre entgegen

und begründete die Lehre vom allmähligen Aufbau der Organe, die Theorie der Epigenesis, wie sie heute ganz allgemein angenommen ist. Er wies nach, dass weder im Ei noch in den Samenelementen die Organe des späteren Organismus vorgebildet sein können, diese vielmehr erst durch fortwährende Neubildungen nach und nach aus einfachen Anlagen entstehen. Der Widerstand gegen seine naturgemässe Lehre war aber so gross, die Autoritäten für die entgegengesetzte Präformationslehre so gewichtig, dass es noch ein halbes Jahrhundert dauerte, bevor Wolffs Standpunkt zur Geltung kam.

Mit der Einführung des Mikroskops als Hilfsmittel der entwicklungsgeschichtlichen Untersuchung konnten die einzelnen Veränderungen leicht verfolgt werden und die Lehre des Epigenesis, des allmähligen Aufbaues des Tierkörpers, wurde immer mehr befestigt.

Von einer Präformation des Keimes konnte nichts entdeckt werden, das befruchtete Ei macht vielmehr überall in der Tierwelt einen Furchungsprozess durch, der zunächst zur Entstehung gleichartiger Bildungszellen führt, aus denen sich die ersten Grundorgane, die beiden Keimblätter aufbauen. Diese bilden alsdann den Ausgangspunkt für die einzelnen Organe.

a) Der Furchungsprozess.

Nachdem die Befruchtung erfolgt ist, beginnen eigentümliche Umlagerungen der Bestandteile im Innern des Eies, sowohl im Kern, wie nachher auch im Plasma seiner Umgebung und führen zu einer Zerklüftung, welche ganz den Charakter einer gewöhnlichen Zellteilung an sich trägt.

Beim Hühnerei, wo der Nahrungsdotter eine ausserordentlich starke Entwicklung erlangt, bleibt dieser passiv und nur der viel kleinere Bildungsdotter wird gefurcht (partielle Furchung). Bei dem weit weniger voluminösen Ei unserer Haussäugetiere, dann auch bei vielen niederen Tieren ist die Furchung eine totale, d. h. sie ergreift das ganze Ei. Bei den Bewegungsvorgängen spielt ein Gebilde gleichsam die führende Rolle, wir haben es unberücksichtigt gelassen, es scheint aber ein wichtiger Bestandteil einer jeden Zelle zu sein — es ist dies das Centralkörperchen oder Centrosoma. Der Nachweis desselben ist schwer, da es ungemein klein ist und daher bis in die jüngste Zeit übersehen wurde; nichtsdestoweniger scheinen von ihm äusserst aktive Wirkungen auszugehen. Es ist im Eiplasma gelegen und besitzt die wichtige Eigenschaft, sich wiederholt teilen zu können.

Der Furchungsvorgang verläuft im allgemeinen nach folgendem Schema:

Die durch Teilung entstandenen beiden Centralkörperchen oder Centrosomen lagern sich an den Polen des zu einer Spindel sich ausziehenden Furchungskernes. Sie wirken dort zunächst als Anziehungsmittelpunkte auf das Eiplasma, in welchem bei manchen Eiern, besonders

bei künstlich befruchteten Seeigeleiern an jedem Spindelpol im Dotter eine Strahlenfigur auftritt. Die Hülle des Kernes schwindet, die entstehende Spindel lässt sehr deutlich einen Gegensatz zwischen nicht färbbaren Bestandteilen und färbbarer Substanz erkennen. Von ersterer verlaufen Längsfasern in grösserer Zahl von einem Spindelpol zum andern — es sind die Spindelfasern. Die färbbare Substanz gruppiert sich in Körnchen, wie man früher sagte, im Äquator der faserigen Spindel und bildet hier die »Äquatorialplatte«. In Wirklichkeit sind diese Körner winklig gebogene Nucleinstücke, welche die Schenkel nach aussen, die

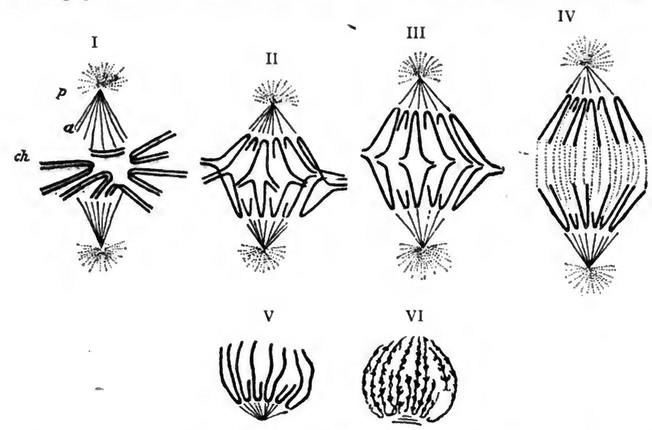


Fig. 14. Schematische Darstellung der Veränderungen an der Kernspindel während der Teilung.
ch Chromatinstücke der Äquatorialplatte, *a* Kernfäden der Spindel, *p* Polstrahlung, *v* Verbindungsfäden.
Spaltung der Chromatinfäden, II, III, IV Umordnung des Chromatins zu zwei neuen Kernsubstanzen, V, VI Rückkehr zum Ruhestadium des Tochterkerns.
(Nach C. Rabl.)

Spitze aber der Spindelachse zukehren. Die Zahl dieser Stücke dürfte für jede Tierart eine beständige sein.

Die geringste Zahl solcher winkliger Stücke oder Schleifen finden wir beim Pferdespulwurm, wo ihrer vier vorhanden sind, nämlich zwei männliche und zwei weibliche. Die Schleifen spalten sich nun der Länge nach, so dass die Äquatorialplatte doppelt wird. Die geteilten Schleifen wandern nun in entgegengesetzter Richtung den Polen zu, verschiedene Beobachter erhielten den Eindruck, als ob durch die an den Schleifen befestigten Spindelfasern von den Polen aus ein Zug ausgeübt werde.

Die Spindel wird in der Mitte dünner und schliesslich ganz ausgezogen. Die an den Polen angesammelten, ziemlich kompakten Chromatinschleifen nehmen Flüssigkeit aus der Umgebung auf und ergänzen sich,

indem sie am Rande zackig werden, zu einem neuen Kerngerüst (Rekonstruktion des Kernes). Wir haben also im Ei zwei Kerne, die aus dem ersten Furchungskern hervorgegangen sind und inzwischen hat sich von der Eioberfläche her eine immer tiefer einschneidende Furche gebildet, welche in einer zur Spindelachse senkrechten Teilungsebene den Dotter klüftet. Die beiden ersten Furchungszellen wiederholen die eben geschilderten Umänderungen.

Oft bevor die beiden Kerne in ein vollständiges Ruhestadium übergegangen sind, teilen sich die Centralkörperchen abermals und ihre Hälften entfernen sich von einander, um sich so um die respektiven Kerne zu gruppieren, dass ihre Verbindungsachsen unter sich annähernd parallel laufen und auch parallel zur ersten Teilungsebene gerichtet sind.

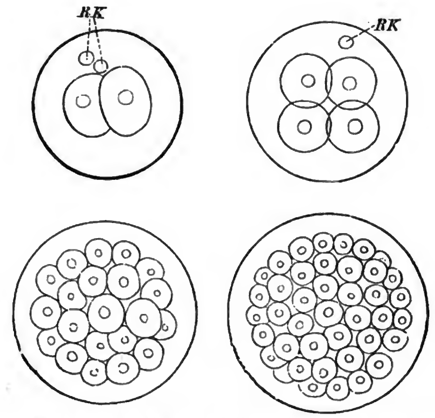


Fig. 15. Systematische Darstellung der totalen Furchung bei Säugetier-Ei. *RK* Richtungskörperchen.

Um jedes Centralkörperchen bildet sich eine neue Plasmastrahlung, so dass jederseits zwei Doppelsonnen sichtbar werden, jede mit einem Centrosoma in der Mitte. Die beiden Kerne nehmen die Gestalt einer Spindel an, deren Achse mit der Achse der früheren Spindel einen rechten Winkel bildet. Das Nuclein sammelt sich auf dem Äquator der faserig gewordenen Spindel, die Schleifen werden wieder halbiert und die beiden Hälften rücken aus einander und gegen die Pole hin. Es folgt wieder eine mehr oder weniger vollständige Rekonstruktion der vier neuen Kerne und durch eine neue Einschnürung des Dotters in einer zur vorigen Teilungsebene senkrecht gerichteten Ebene erhalten wir vier Furchungszellen. Die folgenden Teilungen führen zu 8, 16, 32 u. s. w. Zellen, die zunächst noch gleichartig sind und einen maulbeerförmigen Haufen von Bildungszellen, eine sogenannte Morula, darstellen.

Die einzelnen Zellen werden mit fortschreitender Teilung stets kleiner.

Ist dies der ursprüngliche Teilungsmodus, so kommen in der Tierwelt doch Abweichungen von demselben vor, die man als inaequale, superficiale und discoidale Furchung unterschieden hat, für unsere Aufgabe hier jedoch weniger in Betracht kommen.

b) Bildung der Keimblätter.

Es ist naturgemäss, dass das Zellenmaterial, aus welchem sich die späteren Organe aufbauen, früher oder später eine Arbeitsteilung eingehen und damit auch äusserlich ein verschiedenartiges Gepräge erhalten.

Auch diese Umänderung vollzieht sich nur nach und nach. Der denkbar einfachste Fall ist offenbar der, dass zuerst nur zwei verschiedene Zellformen auftreten, welche räumlich derart angeordnet sind, wie es für deren zukünftige Aufgabe und Entwicklung am zweckmässigsten ist.

Wie die vergleichende Entwicklungsgeschichte lehrt, bilden sich bei

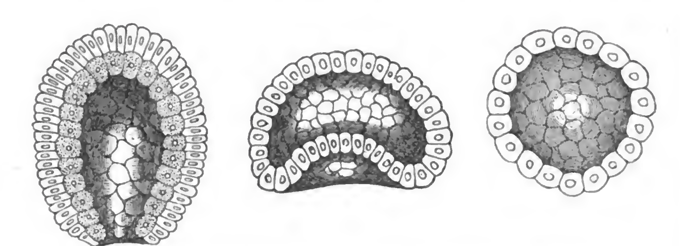


Fig. 16. Schematische Darstellung der Entstehung einer Gastrula.

allen Tierstämmen, die echte Gewebe und Organe aufweisen, stets zwei sogenannte Keimblätter oder Grundgewebe und die allerniedrigsten Formen kommen während ihres ganzen Lebens niemals darüber hinaus. Diese Erkenntnis hat sich für das Verständnis des werdenden Tierkörpers als ausserordentlich fruchtbar erwiesen und in allen tierischen Abteilungen bestätigt. Freilich sind die Wege, die zur Bildung der ersten Grundgewebe oder Keimblätter führen, nicht immer die gleichen, sie sind bei Eiern mit nur teilweiser Furchung andere als bei totaler Furchung und auch bei der letztern macht sich der Gegensatz zwischen den Zellen oft erst spät, oft aber auch sehr früh geltend, so dass er bereits an den beiden ersten Furchungszellen wahrnehmbar sein kann. Für unsere Haussäugetiere, deren kleine Eier durchweg einer totalen Furchung unterliegen, gilt als Regel, dass die Furchungszellen ziemlich lange auffallende äussere Unterschiede nicht erkennen lassen. Für das Ei des Kaninchens giebt indessen van Beneden an, dass schon die bei den ersten Furchungskugeln geringfügige Unterschiede aufweisen und vom acht-

zelligen Stadium an Abweichungen vom ursprünglichen Teilungsschema an erkennen lassen. Sie sind aber so wenig beträchtlich, dass wir sie höchstens als den Anfang einer Ablenkung von dem ursprünglichen Modus auffassen können.

Soweit unsere heutigen Erfahrungen reichen, sind eben die verschiedenen Fälle der Differenzierung durch Zwischenstufen verbunden.

Der Keimblattentstehung, welche zu einer flächenartigen Anlage der zukünftigen Organe führt, liegen bestimmte Bildungsgesetze zu grunde, in einem Falle ist der Modus ein primitiver, im anderen ein abgeleiteter.

Bei vielen niederen Tieren und auch noch bei den allerniedrigsten Wirbeltieren erfolgt sie in der Weise, dass zuerst ein Haufen gleichartiger Bildungszellen, eine Morula, entsteht. Dann drängen sich die in der Mitte gelegenen Zellen nach der Oberfläche hin, so dass eine centrale

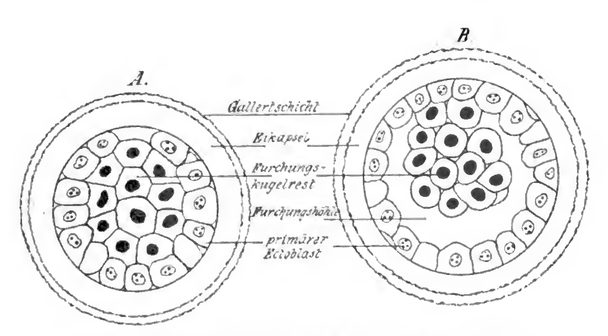


Fig. 17. Optischer Durchschnitt des Kanincheneies in zwei aufeinanderfolgenden Stadien.

Bei *A* ist der Keimhaufen noch ein solider Zellhaufen, bei *B* wird die Furchungshöhle sichtbar.

(Nach E. v. Beneden.)

Höhlung von einer einschichtigen Zellenwand umschlossen wird (Blastula). Der Keim hat auf dieser Stufe das Aussehen einer kugeligen Blase. Erst jetzt bildet sich ein Gegensatz zwischen den Zellen aus. Durch ungleich rasches Wachstum wird die eine Blasenhälfte eingestülpt und legt sich eng an die Innenwand der andern Hälfte ein. Um sich diesen Vorgang, den man als Gastrulabildung oder Gastrulation bezeichnet, klar zu machen, nimmt man am besten einen hohlen Kautschukball in die eine Hand und stülpt mit dem Zeigefinger der anderen Hand eine Stelle so tief ein, bis sie den Grund berührt.

Der neue Keimzustand (Gastrula) bildet eine doppelschichtige Wand mit Darmhöhle und Mündung, die Form ist mehr oder weniger diejenige einer an der Mündung verengten Glocke.

Die Zellen der Aussenschicht (Exoderm) bekommen eine etwas andere Gestalt als diejenigen der Innenschicht (Entoderm). So entstanden die beiden ersten Keimblätter.

Beim Säugetierei verläuft die Keimblätterbildung in einer anderen Weise; sie ist am genauesten beim Kaninchen untersucht.

Das Ei wandert in dem Eileiter abwärts, um sich nachher im Fruchthälter festzusetzen. Auf diesem Wege lagert sich der Eikapsel oder Zona pellucida eine Gallerthülle auf. Der Inhalt zerfällt in einem maulbeerähnlichen Haufen von Bildungszellen. Im Innern desselben entsteht durch Ausscheiden von Flüssigkeit eine Höhle, mit deren Zunahme ein blasenförmiger Keim entsteht. Dessen Wand ist zunächst einschichtig. An einer Stelle erhält sich jedoch ein Rest von Furchungszellen und bildet einen Haufen körniger Zellen, der sich bei durchfallendem Licht als weisslicher, gut umschriebener Fleck abhebt. Diese Stelle wird von besonderer Bedeutung, er wird zum Embryonalfleck, wo bei dem etwa 5 Tage alten Ei sich die Keimblätter entwickeln.

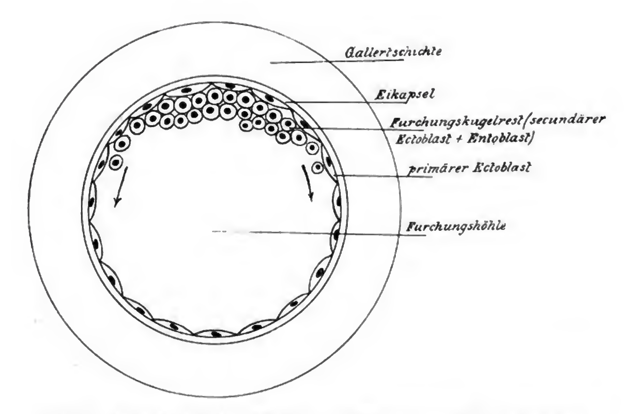


Fig. 18. Anlage der Keimblätter 70—90 Stunden nach der Befruchtung. (Nach E. v. Beneden.)

Nach den vorliegenden Darstellungen ist später das innere Keimblatt als eine einfache Lage plattgedrückter Zellen vorhanden, das äussere Keimblatt ist dicker, die an ihm wahrnehmbaren Zellen sind in der Tiefe rundlich oder werden durch gegenseitigen Druck kubisch. Nach aussen werden sie von einer Schicht abgeplatteter Zellen überdeckt (Raubersche Schicht), welche später verloren geht.

Der Aufbau der Gewebe und Organe, welche aus diesen Anlagen hervorgehen, kann hier nicht im einzelnen geschildert werden, es ist das

Sache der speziellen Embryologie. Es genügt hier zu sagen, dass aus jedem Keimblatt gesetzmässig bestimmte Organgruppen hervorgehen, so liefert dass äussere Keimblatt allein die Hautdecke und das Centralnervensystem sowie die Sinnesorgane; während das innere Keimblatt den Darm mit seinen Anhängen bei der weiteren Umbildung hervorgehen lässt.

Worauf wir das Hauptgewicht vom Standpunkte der Vererbungslehre aus legen müssen, ist die Thatsache, dass alle späteren Körperzellen in letzter Instanz auf eine einzige Stammzelle, das befruchtete Ei, zurückzuführen sind. Sie sind aus ihr durch fortwährende Zellteilungen hervorgegangen.

Wenn wir näher in das Wesen dieser Zellteilungen eindringen, so dürfen wir den Satz aufstellen, dass ähnlich wie jede Zelle von einer anderen abstammt, auch jeder Zellkern aus einem anderen hervorgegangen ist, also der erste Furchungskern den Stammkern aller übrigen Kerne darstellt.

Diese Thatsache ist von fundamentaler Wichtigkeit. Erinnern wir uns, dass die vererbende Substanz an den Kern gebunden ist, so sehen wir, wie sie im Laufe der Entwicklung sich über die verschiedenen zelligen Körperteile ausbreitet.

Die Erbmasse hat also die Fähigkeit, sich durch Wachstum zu vermehren und sich hierauf gleichmässig auf die Abkömmlinge der Eizelle zu verteilen. Dass dies der Fall sein muss, geht übrigens aus den einfachen Erwägung der Thatsache hervor, dass der werdende Organismus später geschlechtsreif wird und alsdann zahlreiche Geschlechtszellen mit vererbender Substanz erzeugt. Obiger Satz hätte ja auch dann Gültigkeit, wenn wir garnichts Genaueres über den Sitz der Erbmasse aussagen könnten.

Wir können noch weiter gehen und aussagen, dass die Vermehrungsfähigkeit und Verteilung der Substanz, welche als Träger erblicher Eigenschaften dient, für den männlichen und weiblichen Anteil ein gleichmässiger sein muss.

Nehmen wir z. B. beim Maultier, dem Kreuzungsprodukt zwischen Pferd und Esel irgend ein Organ, z. B. die Haut. Ihre Behaarung hat ebensoviel väterliche wie mütterliche Merkmale aufgenommen. Eine braune Pferdestute erzeugt in der Kreuzung mit dem Eselhengst ein im allgemein braun gefärbtes Maultier, wie man es z. B. in Abessinien allgemein beobachtet. Die Haarspitzen können aber eselsgrau sein. Daneben tritt, wenn der Eselhengst gebänderte Beine besass, beim Maultier die Bänderung an den Beinen oft recht deutlich hervor, ebenso ist der dunkle Rückenstreif sichtbar. Es deutet dies auf eine innige Durchmischung der Vererbungssubstanzen.

Sehr dunkel bleibt für uns die Erscheinung, dass im Laufe der Entwicklung sich die notwendige Arbeitsteilung in richtiger Weise vollzieht und unter der Herrschaft der Kernsubstanz zur bestimmten Zeit am bestimmten Ort die Zellen ihre spezifische Form annehmen.

Es muss ein Entwicklungsmechanismus bestehen, der mit erstaunlicher Sicherheit funktioniert.

Weismann sucht sich die Sache so zurechtzulegen, dass er zwischen dem ursprünglichen Keimplasma der Geschlechtszellen und dem histiogenen Plasma der späteren Gewebszellen unterscheidet und dabei die Vermutung aufstellt, dass nur in denjenigen Zellen, welche Geschlechtszellen werden, unveränderte Keimplasma erhalten bleibt.

V. Die Modalitäten der Vererbung.

Überblicken wir sämtliche Vererbungserscheinungen, so lassen sich dieselben unschwer in einzelne Kategorien unterbringen, die wir am besten als Modalitäten der Vererbung unterscheiden. Man spricht wohl auch von Vererbungsgesetzen, die freilich nicht den strengen Maassstab anlegen lassen wie die Gesetze der Chemie oder der Physik.

E. Häckel stellt die verschiedenen Vererbungserscheinungen als konservative und progressive einander gegenüber; erstere übermitteln einfach die Eigenschaften einer Generation auf die späteren, während letztere bestrebt sind, dem Tiere im Verlaufe der Generationen fortwährend neue Eigenschaften zuzuführen. Sie bedingen also den Gegensatz zwischen vererbten und neu erworbenen Eigenschaften des Körpers. Der praktische Tierzüchter rechnet sorgfältig mit beiden, auf der einen Seite hält er mit peinlicher Genauigkeit darauf, dass (wie z. B. in der Schafzucht und in der Hundezucht) einmal vorhandene wertvolle Eigenschaften durch Vererbung unbedingt festgehalten werden; auf der anderen Seite späht er ebenso scharf nach neuen Eigenschaften aus, die er als brauchbarer Erwerb mit Hülfe der Vererbung bei seinen Haustieren befestigen will. Auf diesem Wege hat er einzelne Formen derart umgezüchtet, dass die Stammform fast unkenntlich gemacht worden ist.

Im grossen und ganzen überwiegt jedoch die konservative Vererbung bei der Gestaltung der Tierform. Ihr Einfluss ist so gross, dass wenigstens bei freilebenden Tieren, aber auch bei einzelnen domestizierten Geschöpfen, wie beispielsweise bei der Katze durch tausende von Generationen hindurch nur eine sehr unbedeutende Abänderung fühlbar wurde. Einzelne unserer Haustiere wie das Rind, der Hund und namentlich die Haustaube haben sich dem Erwerb neuer Merkmale gegenüber weit zugänglicher erwiesen.

Die Taubenrassen sind so zahlreich geworden, dass man schwerlich auf die Vermutung kommen könnte, dass sie alle eine gemeinsame Stammform besitzen, wenn nicht Darwin den überzeugenden Nachweis geliefert hätte, dass sie alle auf die Felsentaube zurückführbar sind. Die Rassen und Schläge beim europäischen Hausrind weisen sehr weit-

gehende Unterschiede auf, noch viel grossartiger ist die Umbildung beim Höckerrind oder Zebu, sie kann derjenigen bei der Haustaube völlig ebenbürtig an die Seite gestellt werden. Wir finden da neben Höckerrindern von gewaltiger Grösse wahre Zwergformen, der Höcker ist bald mächtig entwickelt, bald vollkommen fehlend. Das Gehörn ist bei einigen afrikanischen Zeburassen so kolossal, dass es dem Träger nachgerade unbequem wird, bei andern wird es dünn und baumelnd oder verschwindet bei den hornlosen Rassen bis auf die letzte Spur.

Alles in allem genommen sucht jedoch der Träger der vererbbaren Eigenschaften, das Keimplasma, mit einer auffallenden Hartnäckigkeit das Bestehende zu erhalten und ist tiefer eingreifenden Abänderungen gegenüber, welche den allgemeinen Entwicklungsgang abzulenken versuchen, nur schwer zugänglich, gewisse Einwirkungen weist er beharrlich ab, so dass sie ganz ohne Erfolg sind.

Diese Eigenschaft ist höchst zweckmässig und auch für den Züchter erwünscht, denn was sollte aus dem Tierkörper werden, wenn diese Beharrlichkeit nicht da wäre. Ein Nachgeben auf jede beliebige Einwirkung hin würde zu einer vollkommenen Charakterlosigkeit der Tiergestalt hinführen, wie wir sie als Ausnahme gelegentlich einmal bei ganz niederen Tieren antreffen.

a) Die ununterbrochene oder kontinuierliche Vererbung.

Die hierhergehörenden Erscheinungen sind so allgemein, dass sie als selbstverständlich gelten und daher gar nicht mehr auffallen. Sie kommen dem Züchter erst dann zum Bewusstsein, wenn sie gelegentlich nach dieser oder jener Richtung ausbleiben und er bezeichnet solche Fälle als Abnormität oder als krankhafte Erscheinung, der eine zufällige Störung zu grunde liegen muss. Ein Rind z. B. das von gehörnten Eltern abstammt, aber hornlos bliebe, würde angestaunt und müsste den Züchter in einige Verlegenheit bringen. Er verlangt eben, dass das Erzeugte dem Erzeuger wenn nicht vollkommen gleich, so doch sehr ähnlich ist und rechnet damit eben unbewusst mit der Wirkung der ununterbrochenen Vererbung.

Er weiss eben aus Erfahrung, dass das Gehörn des Rindes zu einer bestimmten Alterszeit immer wieder an derselben Stelle des Kopfes und in der früheren Form erscheint.

Die kontinuirliche Vererbung beherrscht nicht alle Organsysteme mit der gleichen Zähigkeit, daher haben einzelne im Laufe der Zeit viel stärkere Abänderungen als andere.

Im Knochensystem zum Beispiel werden die Proportionen von einer Generation auf die folgende mit grosser Treue vererbt und es gelingt in vielen Fällen der Zucht sehr schwer, diese abzuändern. Die Wirkung der ununterbrochenen Vererbung erstreckt sich auch im Hausstande über mehrere Jahrtausende. Dies ermöglicht es, durch vergleichende Messung einzelne beständige Rassenunterschiede aufzustellen und sogar die Ab-

stammung von Wildformen nachzuweisen, auch wenn wir keine geschichtlichen Dokumente über die Herkunft eines Haustieres besitzen.

Wir sind gerade für die wichtigsten Haustiere auf die vergleichend-anatomische Methode angewiesen, da ihr Übertritt vom Freileben in den Hausstand des Menschen schon in vorgeschichtlicher Zeit stattfand.

Das orientale Pferd und das occidentale Pferd, das auf europäischem Boden gezähmt wurde, lassen im Bau der Schädelknochen, besonders der Gesichtsknochen, dann auch in der Beschaffenheit der Backenzähne und der Gliedmaassen beständige Unterschiede erkennen, die schon in der Diluvialzeit vorhanden waren und sich also seither ununterbrochen vererbt haben.

Braunvieh und Primigeniusvieh zeigen trotz vielfacher Unterschiede, welche in den einzelnen Schlägen auftreten, von einer Generation zur anderen Eigentümlichkeiten im Schädelbau, welche wir bereits zur Zeit der Pfahlbauten nachweisen können.

Für gewisse Gebilde kann man mit Sicherheit ein noch viel höheres Alter der beständigen Vererbbarkeit annehmen. In der Extremität unseres Pferdes, welche eine einzige behufte Zehe trägt, kommen neben dem Mittelfussknochen, respektive Mittelrandknochen je zwei dünne Griffelbeine (styli) vor. Wir würden jedes Pferd als fehlerhaft bezeichnen, dass diese Griffelbeine nicht besässe. Ihr Dasein erklärt sich mit aller Klarheit aus der Vorgeschichte des Pferdes, die recht gut enthüllt ist. Das Pferd bildet als Tierform das Schlussglied einer langen Reihe von Vorfahren, die erst fünfzehig, dann dreizehig waren. Der unmittelbare Vorläufer der heutigen Pferde war das Hipparion der jüngeren Tertiärzeit. Dieses ausgestorbene Pferd, das neben einer grossen Mittelzehe noch zwei seitliche Zehen besass, war dreizehig, die Seitenzehen waren aber kleinhufige Afterzehen und die zugehörigen Mittelfussknochen, an denen sie sassen, entsprechend dünn. Bei unserem Pferd sind die Seitenzehen ganz verschwunden, aber ihre Träger haben sich im Mittelfuss noch als Griffelbeine erhalten und werden ganz regelmässig vererbt. Eine irgendwie nennenswerte Leistung besitzen sie nicht, für den Organismus sind sie überflüssig, es sind sogenannte rudimentäre Gebilde, dessen Dasein nur aus der Geschichte verständlich wird.

Ähnlich verhält es sich mit dem Milchgebiss. Es geht dem definitiven Gebiss voraus und wird auf einer bestimmten Altersstufe regelmässig aus dem Organismus entfernt. In ihm liegt, wie namentlich Rütimeyer für die Pferde nachgewiesen hat, ein Anklang an die Vergangenheit vor; das Milchgebiss des Pferdes ist eine Wiederholung des definitiven Gebisses des Hipparion, seinem Vorgänger.

Man kann es freilich nicht als funktionsloses Organ bezeichnen, da es ja in der Jugend zum Zerkleinern der Nahrung gebraucht wird.

b) Die unterbrochene oder latente Vererbung.

Während zahlreiche körperliche Eigenschaften mit mathematischer Regelmässigkeit in jeder Generation auftreten, giebt es wiederum Fälle,

dass einzelne Merkmale in der Anlage wohl vorhanden sind, aber in der nächsten Generation nicht zur Entwicklung kommen, sondern erst in der Enkelgeneration oder noch später. Der Tierzüchter wird sehr oft die Beobachtung machen, dass in einem Zuchtprodukt die Ähnlichkeit mit den Grosseltern bedeutender ist als mit den zur Zucht verwendeten Erzeugern.

In solchen Fällen ist die Fähigkeit zur Vererbung, also die Erblichkeit wohl vorhanden, aber sie bleibt eine Zeit lang ohne Wirkung, sie ist latent. Es leuchtet ein, dass unter gewissen Umständen diese Thatsache dem Praktiker unbequem werden kann, weil sie seiner Berechnung entgegen tritt.

Wenn die Vererbung durch sehr viele Generationen hindurch unterdrückt wird, dann aber auf einmal wieder zur Geltung kommt, so spricht man von Rückschlag oder Atavismus. Welche Ursachen zusammentreffen, um die Erscheinung hervorzurufen, ist noch nicht vollkommen klar. Wie Darwin an dem Beispiel der Hühner und Tauben nachweist, treten Rückschläge mit Vorliebe auf, wenn zwei gut ausgeprägte Rassen miteinander gekreuzt werden.

Hierher gehörende Fälle sind besonders für das Pferd bekannt geworden. Bei verschiedenen Rassen und auf verschiedenen Gebieten der Erde treten gelegentlich Individuen auf, deren Haarkleid mehr oder weniger deutliche Streifen besitzt. Bei einem falbbraunen Devonshire-Pony, den Darwin untersuchte, war ein auffallender Längsstreif längs des Rückens, Streifen an den Vorderbeinen und vier parallele Querstreifen auf jeder Schulter sichtbar. Im nordwestlichen Indien tritt bei den graubraunen Kattywar-Pferden die Streifung so allgemein auf, dass eine Ausnahme als Zeichen unreiner Rasse gilt, sie ist unmittelbar nach der Geburt am deutlichsten, verblasst jedoch nach dem ersten Haarwechsel.

Wir können diese Erscheinung nur so erklären, dass die Stammform des zahmen Pferdes zebraartig gestreift war, die Streifung aber verloren ging und am Füllen gelegentlich eines Rückschlages wieder sichtbar wird.

Ab und zu erscheint im Gebiss des Pferdes neben den gewöhnlichen Backenzähnen noch ein sogenannter Wolfszahn, d. h. ein kleiner Vorbackenzahn. Es ist dies eine nicht gewöhnliche Ausnahme von der Regel und muss durch latente Vererbung erklärt werden, denn die Vorfahren besassen einen Backenzahn mehr.

Sehr selten findet in der Fussbildung ein Rückschlag in die dreizehige Hipparionform statt, doch hat Marsh jüngst einen derartigen von ihm selbst gesehenen Fall beschrieben. Es beweist dies, wie ausserordentlich lange Vererbungsanlagen latent bleiben können.

Die Stammformen aller Rinder sind gehörnt, doch giebt es auch vielfach hornlose Rinder. Darwin bemerkt, dass das Galloway- und Suffolk-Rind 100—150 Jahre hindurch hornlos gewesen ist, gelegentlich treten jedoch gehörnte Nachkommen auf, bei denen die Hörner nur lose anhängen.

Die gleiche Erscheinung habe ich beim Zebu-Rind im Innern der Somaliländer sehr häufig beobachtet. Es ist dort eine eigene Rasse gezüchtet worden, welche sehr kurzhörnig oder vollkommen hornlos ist; es scheint, dass dieselbe sich über die Gallaländer bis nach dem Gebiet der äquatorialen Seen verbreitet hat und das grossgehörnte Watussi-Rind immer mehr verdrängt. Neben hornlosen Rindern konnte ich im Osthorn das Schlapphornrind mit baumelnden Hörnern ohne Hornzapfen sehr häufig beobachten. Für einzelne unserer Haustiere sind vielfach Fälle bekannt geworden, dass sie gelegentlich ihr Verhältnis zum Menschen lösen und wieder zum Freileben zurückkehren. Diese Verwilderung kann einen Rückschlag in die Stammform zur Folge haben, wenigstens erlangen bei verwilderten Schweinen die Jungen ihre Längsstreifen wieder und die Eber ihre grossen Hauer.

Für Rückschläge bei Kreuzungen liegen sehr viele sichere Beobachtungen vor; sie sind besonders leicht bei Tauben zu beobachten. Ihre gemeinsame wilde Stammform, die Felsentaube, ist durch zwei durch zwei dunkle Flügelbinden und eine Schwanzbinde charakterisiert, ab und zu treten ja bei allen Rassen Individuen auf, welche dieses Keimzeichen noch vererbt haben.

Darwin, der bekanntlich ein sehr grosser Taubenliebhaber war, paarte, um die Wirkung der Kreuzung zu erfahren, einen weiblichen Barb-Pfauentaubenbastard mit einem männlichen Barben-Blässtaubenbastard. Keiner von beiden hatte auch nur das geringste Blau an sich. Man muss sich erinnern, dass blaue Barben äusserst selten sind, dass Blässtauben schon im Jahre 1676 vollständig als solche charakterisiert waren. Die Nachkommen der beiden Bastarde waren von genau derselben blauen Färbung über den ganzen Rücken und die Flügel, wie die wilden Felstauben von den Shetland-Inseln. Die doppelten schwarzen Flügelbinden waren in gleicher Weise deutlich; der Schwanz war in allen Merkmalen jenen genau gleich.

Bei einer Kreuzung der weissen Seidenhenne mit einem schwarzen spanischen Hahn erhielt er ein Huhn, das fast vollkommen wie das wilde, goldfederige Bankivahuhn aussah.

Das Maultier ist ein Kreuzungsprodukt zwischen der Pferdestute und dem Eselhengst. Es ist bekannt, dass es in verschiedenen Ländern, wo man sich mit dessen Zucht befasst, an den Beinen häufig zebraartig gestreift ist.

In der Litteratur werden diese Fälle dahin gedeutet, dass sie einen Rückschlag in den Wildesel Ostafrikas (Asinus taeniopus) bedeuten, dieser ist nämlich an den Beinen gestreift.

Doch scheint es mir, dass diese Annahme nicht zu sehr verallgemeinert werden darf, denn in manchen Fällen handelt es sich um direkte Vererbung von Seite des Esels. Die Maultierzucht wird in Abessinien sehr stark betrieben, namentlich von den Galla im Königreich Schoa. Der bei den Galla und Somali gehaltene zahme Esel ist an den Beinen fast stets stark gestreift, ich beobachtete an den Vorderbeinen

eines dortigen Esels nicht weniger als neun sehr dunkle Querbinden. Das Schulterkreuz und die Streifen gehen hier also in kontinuierlicher Vererbung auf das Maultier über.

Dagegen handelt es sich um zweifellosen Rückschlag in den Wildesel, wenn bei Maultier der Schulterstreifen am Ende gegabelt oder gar doppelt ist, was von Darwin beobachtet wurde. Während nämlich beim zahmen Esel der Streifen einfach ist, konnte ich am Wildesel der Somaliländer beobachten, dass sowohl Rückenstreif wie Schulterstreif doppelt sind und einer meiner Reisebegleiter hat davon eine charakteristische Zeichnung aufgenommen.

c) Die gemischte oder amphigone Vererbung.

Ihr Wesen besteht darin, dass jedes Individuum wegen der Entstehung auf dem Wege geschlechtlicher Fortpflanzung Merkmale des männlichen und weiblichen Erzeugers erhält, im Keimplasma also eine Mischung zweier verschiedener Anlagen vorhanden ist.

Nachdem, was wir über den Sitz der vererbenden Substanz und über den Vorgang der Befruchtung wissen, macht ja das Keimbläschen des Eies zunächst einen vorbereitenden Prozess durch, wobei es einen Teil der Erbmasse ausstösst und unmittelbar nachher an deren Stelle die von der Samenzelle gelieferte Vererbungssubstanz unterbringt.

Für den Thierzüchter ist die gemischte Vererbung von ganz fundamentaler Bedeutung; sie ermöglicht es ihm, ein gewünschtes Zuchtresultat auf dem kürzesten Wege zu erzielen; an der Neubildung und Umbildung der Rassen hat sie einen hervorragenden Anteil.

Freilich wird die gemischte Vererbung von Häckel in die Gruppe der »konservativen« Vererbungserscheinungen gestellt und der Natur der Sache nach ist dies auch vollkommen richtig, indem ja nicht etwa neuauftauchende, sondern schon früher vorhandene Merkmale in der Generationsfolge weiter geführt werden. Dennoch lässt es sich nicht leugnen und die einfache Überlegung, wie die Erfahrungen der Praxis bestätigen dies ja, dass dieser Modalität der Vererbung ein eminent fortschrittlicher Charakter gleichzeitig innewohnt.

Eigenartig ist also ihre Stellung und progressiv wird sie eben dadurch, dass dem Ei zu den vorhandenen Anlagen bei der Befruchtung ganz neue Verebungstendenzen zugeführt werden, auf deren Entfaltung der Züchter den allergrössten Wert legt.

Der Charakter der geschlechtlichen Fortpflanzung, die ja bei allen Haustieren die ausschliessliche ist, bringt es mit sich, dass im Ei ein Mechanismus von sehr sicherer Wirkung vorhanden sein muss, um diese neuen Anlagen sofort einfügen zu können.

Die Thatsache, dass die geschlechtliche Fortpflanzung in der Tierwelt so weit verbreitet ist, spricht für deren grosse Zweckmässigkeit. Sie ist, wie Weismann mit vollem Recht bemerkt, nichts weiter als

ein Mittel, um die Vermischung (Amphimixis) zweier verschiedener Vererbungsanlagen möglich zu machen.

Es werden damit möglichst viele Kombinationen geschaffen und die Zahl von günstigen Abänderungen, die sich erhalten und weiter entwickeln, fortwährend vermehrt.

Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, gewinnt der Vorgang eine tiefere Bedeutung und eine richtigere Beurteilung.

Frühere Forscher sahen im allgemeinen denselben als eine »Verjüngung« an, bestimmt, um den normalen Fluss des Lebens im Gange zu erhalten. Seine Rolle sollte darin bestehen, das Uhrwerk des Lebens gleichsam neu aufzuziehen; er bewahrte die Keimprodukte, beziehungsweise deren Keimplasma vor dem Untergang. Dies ist aber im Grunde genommen keine Erklärung, sondern nur eine bildliche Umschreibung der Thatsache, dass zur Fortdauer des Lebens in einer folgenden Generation eine Befruchtung der Keimzellen der ihr vorangehenden Generation gehört.

Die angebliche Neubelebung oder Verjüngung kann ja auch zeitweise ausfallen, wie das Beispiel der Honigbiene lehrt, deren Eier auch dann sich entwickeln, wenn sie nicht befruchtet werden.

Die geschlechtliche Fortpflanzung ist eben nur da, weil sie die zweckmässigste Form ist, unter welcher dem Organismus neue und günstige Anlagen übermittelt werden, welche im Kampf um die Existenz ein Übergewicht über andere Organismen verleihen.

Man mag sich dieser oder jener Vererbungstheorie zuneigen, stets wird man dazu kommen, dass in der Kernmasse des befruchteten Eies die vorhandenen vererbbaren Anlagen an kleinste Lebensteilchen gebunden sind, über deren Beschaffenhheit sich allerdings nichts Genaues aussagen lässt, da sie selbst unter Benutzung der stärksten Vergrösserungen der sinnlichen Wahrnehmung unzugänglich sind.

Wie sie angeordnet sind, wissen wir ebenfalls nicht genau, dagegen lassen die späteren Erscheinungen immerhin einige Vermutungen zu.

Jedenfalls wird die Erbmasse des Eies bei der Befruchtung verändert, indem die männliche Erbmasse hinzukommt. Soweit die bis jetzt allerdings noch wenig ausgedehnten Untersuchungen einen Schluss gestatten, erfolgt eine ziemlich gleichmässige Durchmischung der Erbmassen, so dass später eben die einzelnen Organsysteme einen gemischten Charakter haben, doch sind hier offenbar verschiedene Kombinationen möglich, was zur Folge hat, dass die Nachkommen eines Elternpaares unter sich abweichen können.

Mit dem Momente der Befruchtung ist die Entwickelungsrichtung des künftigen Wesens bestimmt und kann in der Regel nicht mehr abgeändert werden. Freilich erfährt dieser Satz gelegentlich eine Einschränkung. Bei der Honigbiene z. B. hängt es von der Ernährungsweise der weiblichen Larven ab, ob diese sich zu fruchtbaren Weibchen (Königinnen) oder zu unfruchtbaren Arbeiterbienen entwickeln. Bei

der Bestimmung des Geschlechtes unserer Haustiere dürften Ernährungsverhältnisse während des Keimlebens ebenfalls von Einfluss sein.

Der ganze Mechanismus in der Erbmasse wirkt im Übrigen ausserordentlich sicher, denn es vollziehen sich die Umänderungen mit vollkommener Gesetzmässigkeit, bis die elterlichen Anlagen im Zuchtprodukt genau an die richtige Stelle zu liegen kommen. Auch zeitlich ist die Entwickelung so geordnet, dass die einzelnen Organe immer in der gleichen Reihenfolge erscheinen.

So erscheint das definitive Gebiss immer auf der gleichen Altersstufe an der Stelle des Milchgebisses, die Fortpflanzungsorgane, die am spätesten funktionsfähig werden, sondern immer von einer bestimmten Zeit an, die nur geringen individuellen Schwankungen unterliegt, befruchtungsfähige Keimstoffe ab.

Man kann die Frage aufwerfen, ob in dem gemischten Keimplasma während des Aufbaues im Keime an jeder Stelle sich die väterlichen und mütterlichen Erbtheilchen gleichmässig an der Wirkung beteillgen, oder ob die einen ein Übergewicht über die andern erlangen.

Eine Antwort darauf geben uns einzig und allein die späteren Vererbungserscheinungen.

Manche Physiologen in England, dem klassischen Lande der Tierzucht, haben die Theorie aufgestellt, dass in gewissen Organen das väterliche Blut oder Keimplasma, in andern das mütterliche den Ausschlag giebt. Nach Alexander Walker soll das männliche Tier die Gestalt, die Glieder und die Haut, das weibliche Tier dagegen die Ernährungsorgane vererben. Dass dieser Satz unrichtig ist, geht am deutlichsten aus den Kreuzungsprodukten zwischen Pferd und Esel hervor. Der Maulesel ererbt z. B. den Kopf von der Eselin, ebenso die Gesamtgestalt. Abessinische Maultiere, die ich auf diesen Punkt geprüft habe, ererben stets die Körpergestalt und namentlich die Kopfform von der Pferdestute, während die Haut eine vollkommen gleichmässige Mischung erkennen lässt.

Praktische Tierzüchter, bemerkt Settegast sehr richtig, welche mit grossen Heerden operieren, denen daher ein weites Feld geöffnet ist, werden aus ihrem Erfahrungskreise bestätigen müssen, dass ein Gesetz, demzufolge Vater und Mutter bestimmte Organe vererben, nicht zu erkennen ist.

Es kommt hier eben zweierlei in Betracht. Einmal treten bei der Befruchtung, die von den gleichen Eltern wiederholt wird, verschiedene Kombinationen des Keimplasmas auf, wofür ja die gelegentlichen Rückschläge Belege liefern, zweitens sind die lebendigen Kräfte, welche die vererbenden Substanzen während der Entwickelung auslösen, nicht immer gleich mächtig; das was man vererbende Kraft oder »Vererbungskraft« nennen kann, überwiegt bald im väterlichen, bald im mütterlichen Keimplasma, so dass manche Anlagen einen verschwindend kleinen oder auch gar keinen Einfluss mehr auszuüben vermögen.

Hierin liegt auch der Schlüssel zu den Erscheinungen, welche man

in der praktischen Tierzucht unter dem Namen »Individualpotenz« zusammenfasst.

Settegast bezeichnet diese zutreffend als den Einfluss, den das mit einer beachtenswerten Besonderheit ausgestattete Individuum auf die Veränderung der Rasse auszuüben vermag. Die Vererbungskraft ist bei der Individualpotenz derart gesteigert, dass der überwiegende Teil der Nachkommen die Eigentümlichkeit vererbt und diese in der Mischung mit andern Individuen nicht mehr verschwindet.

Wir erklären die Erscheinungen so, dass wie in der ganzen Natur, so auch in den Elementen des Keimplasmas oder der bestimmenden Kernsubstanz ein Kampf der Teile besteht, bei welchem gewisse Erbanlagen eine dauernde Überlegenheit erlangen.

Der Züchter, der mit feiner Beobachtungsgabe ausgerüstet ist, wird sie mit grösster Aufmerksamkeit verfolgen, weil er in der individualpotenten Vererbung ein ungemein wichtiges Mittel hat, neue und günstige Eigenschaften festzuhalten.

Man kennt einzelne prägnante Fälle, die in der Litteratur genauere Würdigung erfahren haben.

Dahin gehört das Otterschaf, welches ein nordamerikanischer Landwirt, Seth Wright, in Massachusetts gezüchtet hat.

Vor der Einführung des durch sein ruhiges Temperament ausgezeichneten Merinoschafes in den Vereinigten Staaten verursachte der Umstand, dass die gehegten Schafe über die Umzäunungen hinwegsetzten und in benachbarte Felder einfielen, grosse Unannehmlichkeiten. Dem genannten Farmer wurde in einer kleinen Schafherde ein auffallendes Bocklamm geworfen, das sich durch langen Körper und kurze Beine auszeichnete. Da es nicht über die Einfriedigungen hinwegsetzen konnte, hatte der Farmer den guten Gedanken, diesen Bock zur Züchtung zu verwenden.

Nicht alle, aber doch eine Anzahl der Nachkommen schlugen ganz in die Art des Bockes, die Individualpotenz desselben erhielt dessen Eigentümlichkeiten auf die Dauer uud die Rasse der Otterschafe, die nachweisbar auf ein einziges Stammtier zurückgeführt werden konnte, verbreitete sich über das ganze Gebiet von Massachusetts.

Die Schafzucht liefert noch ein anderes Beispiel in der Mauchamp-Rasse, die in Frankreich aus dem Merino-Schaf gezüchtet wurde und nachweisbar auf einen einzigen Bock zurückgeführt werden kann.

Ein Pächter in Mauchamp beobachtete unter seinen Merino-Schafen ein Bocklamm, welches nicht das in der Regel vorkommende, stark gekräuselte Wollhaar besass, sondern lange, seidenartige Haare. Es war im Jahre 1828 geboren. Bei der Zucht, die der Pächter Graux mit Hilfe dieses Bockes erzielte, vererbte sich das Vliess auf die Nachkommen, und bereits 1835 konnten dieselben als neue, wenn auch in manchen Punkten noch fehlerhafte Rasse, auf einer landwirtschaftlichen Versammlung in Rozoy gezeigt werden. Die weit längere, feste und weiche Wolle versprach ökonomische Vorteile und die im Laufe der

Zeit verbesserten Mauchamp-Merinos wurden gesucht. Klingende Münze ist ja stets geeignet, die rationelle Tierzucht zu fördern. Was an diesem Falle merkwürdig erscheint, ist der Umstand, dass vermöge einer ausserordentlich starken Individualpotenz keine Rückschläge erfolgten, sondern bei der Paarung von Böcken und Mutterschafen mit ausgeprägtem Seidenwollhaar von 1828—1848 stets Lämmer mit den gleichen Merkmalen der Wolle hervorgingen.

Den Pferdezüchtern ist wohl bekannt, dass einzelne Hengste eine auffallende starke Vererbungskraft in ihren Nachkommen erkennen lassen.

Bei Rindern kommen analoge Fälle vor. Prof. A. Krämer teilt mir aus seiner Erfahrung mit, dass auf dem Gute Heckhausen im Regierungsbezirk Düsseldorf alle Nachkommen eines Holländer Stieres hornlos waren, der Stier selbst war jedoch gehörnt. Analoge Beobachtungen wurden auch an einem aus Hessen stammenden Stiere gemacht.

Hornlosigkeit tritt besonders häufig beim Zebu-Rind auf und vererbt sich dann so streng, dass vielfach hornlose Rassen entstanden sind. Wir finden solche in Ostafrika, in Centralafrika und auf asiatischem Boden. Im alten Ägypten finden wir ebenfalls, wie wir aus bildlichen Darstellungen entnehmen müssen, bereits hornlose Rinder neben gross- und kleinhörnigen. Ähnlich wie die Hornlosigkeit vererbt sich auch das Fehlen des Buckels, so dass höckerlose Rassen sehr zahlreich auftreten.

Wenn einzelne Tiere oder Gruppen von solchen andern an Vererbungskraft überlegen sind, so können auch ganze Rassen von besonderer Durchschlagskraft werden.

Kreuzt man die Kropftaube mit der Pfauentaube, so überwiegen in der Nachkommenschaft die Merkmale der Kropftaube. Unter den Rindern ist die Rassenpotenz bei der Shorthorn-Rasse besonders gross. Im Norden vom centralafrikanischen Seengebiet wird das Buckelrind mit dem fast buckellosen, durch ein geradezu kolossales Gehörn ausgezeichneten Watussi-Rind häufig gekreuzt, allein nach den Angaben von Dr. O. Baumann besitzt das letztere nur eine sehr geringe Durchschlagskraft.

Als eine besondere Form der gemischten Vererbung kann diejenige bezeichnet werden, welche uns in der Bastardzeugung (Hybridismus) entgegentritt.

Als Regel in der Natur gilt, dass die Affinität der Geschlechter bei Individuen der gleichen Art am grössten ist und die Verbindung zweier Geschlechter um so schwieriger erfolgt, je weiter die zugehörigen Arten im zoologischen System auseinander stehen. Wir beobachten gelegentlich schon innerhalb einer und derselben Art Individuengruppen, die sich nur schwer oder gar nicht vermischen, wenn sie lange Zeit hindurch getrennt waren. Ein bekanntes und in der Litteratur oft erwähntes Beispiel liefert in dieser Hinsicht das Porto-Santo-Kaninchen.

Noch viel grösser werden die Schwierigkeiten, wenn es sich um Angehörige verschiedener Arten handelt.

Übrigens wäre es ein Irrtum, wollte man das Gesetz aufstellen, dass die geschlechtliche Affinität entsprechend der äusseren Ähnlichkeit abnimmt; Individuen, die eine grosse äussere Ähnlichkeit besitzen, zeigen nur geringe oder auch gar keine Neigung zur Vermischung, während andrerseits ziemlich ungleichartige Individuen leicht gekreuzt werden können. Ja wir sehen in einzelnen Fällen, dass ein Kreuzungsprodukt verschiedener Arten auffallend gut gedeiht.

Mögen wir uns die feinere Zusammensetzung der Erbmasse vorstellen unter welcher Form es auch sei, so hat eine Verbastardierung von Angehörigen verschiedener Arten nur dann Erfolg, wenn sich die zugeführte väterliche Erbmasse leicht in den Mechanismus der mütterlichen Erbmasse einfügen lässt. Zu weit gehende Unterschiede werden also den Erfolg der Befruchtung illusorisch machen.

Schon in der freien Natur kommen gelegentlich Bastarde vor, wissen wir doch dass das Rackelhuhn aus der Vermischung von Auerhuhn und Birkhuhn hervorgeht, viel häufiger entstehen sie aber unter dem Einfluss des Menschen bei domestizierten Tieren oder bei solchen, die wie unsere Nutzfische, für wirtschaftliche Zwecke gezüchtet werden, ohne eigentliche Haustiere zu sein.

So werden verschiedene Lachsarten (Salmonidae) leicht verbastardiert.

Je weiter die beiden zur Bastardzeugung verwendeten Arten im zoologischen Systeme auseinander stehen, um so problematischer wird der Erfolg.

Übrigens kann bei dem notorischen Schwanken des Artbegriffes keine scharfe Grenze gezogen werden zwischen Bastardzeugung und gewöhnlicher Kreuzung zwischen Individuen einer Art, der Unterschied ist kein prinzipieller, sondern mehr ein gradueller, er wird vermittelt durch das Auftreten von Blendlingen, d. h. den Kreuzungsprodukten verschiedener Rassen einer Art. Diese Rassenunterschiede sind ja in einzelnen Fällen viel bedeutender als manche Artunterschiede.

Echte Bastarde zwischen verschiedenen Arten sind entweder unfruchtbar oder sie erweisen sich bei Anpaarung mit einer der beiden Stammformen als fortpflanzungsfähig.

Bei unseren Haustieren sind erfolgreiche Kreuzungen bekannt zwischen unserem Hausrind und dem Zebu-Rind oder Höckerrind, welches im südlichen Teil von Asien und in ganz Afrika heimisch ist. Den verschiedenen Angaben zufolge sind die Kreuzungsprodukte fruchtbar.

Es ist dies vollkommen verständlich, da ja auch fruchtbare Mischlinge als besondere Schläge in Europa vorkommen, welche vom Brachyceros-Rind und vom Primigenius-Rind herstammen.

Wie Rütimeyer schon vor längerer Zeit bewies und an der Hand von osteologischen Merkmalen über jeden Zweifel erhob, stammen die

Brachyceros - Rassen (Torfrind, Braunvieh, Moosrind etc.) aus einer anderen Quelle als die schweren Primigenius - Rassen. Ich habe unlängst auf Grund des Studiums afrikanischer Rinder den Nachweis zu führen gesucht, dass erstere von einer über den Norden Afrikas verbreiteten, höckerlosen Zebu - Rasse hergeleitet werden müssen und bereits in vorgeschichtlicher Zeit auf den europäischen Boden übertraten. Sie müssen also in letzter Linie auf den südasiatischen Banteng (Bos sondaicus) zurückgeführt werden. Die Fruchtbarkeit der Bastarde ist eine unbegrenzte. Unter den schweren Braunviehschlägen enthält beispielsweise der Schwyzer Schlag wohl etwas Primigeniusblut beigemischt.

Ziege und Steinbock erzeugen unschwer Bastarde. Man hat solche im Cognethal beobachtet; in den zwanziger Jahren wurde eine Bastardkolonie in den Stadtgräben von Bern gehalten und auch in Schönbrunn ist die Kreuzung beider seit Anfang dieses Jahrhunderts betrieben worden. Die Nachkommen, die sich in der ersten Zeit recht gesittet benehmen, schlagen später in die unbändige Art des Steinbockes zurück und erweisen sich in der Anpaarung mit dem letzteren als fruchtbar. In Schönbrunn sind wiederholt Kreuzungen zwischen dem deutschen Landschaf und dem Mouflon vorgenommen worden. Die Nachkommen haben unter sich zwanzig Jahre hindurch Fruchtbarkeit gezeigt, so dass J. Kühn mit vollem Rechte die Ansicht ausspricht, es handle sich hier nicht um wirkliche Bastarde, es dürfte vielmehr im Mouflon die Stammform oder wenigstens eine der Stammformen des zahmen Schafes vorliegen.

Die beiden Kamelarten, Dromedar und Trampeltier, verbastardieren sich mit grosser Leichtigkeit und erzeugen fruchtbare Nachkommen.

Das zahme Schwein Ostasiens und das europäische Hausschwein sind nicht gleicher Herkunft; ersteres muss vom asiatischen Bindenschwein (Sus vittatus), letzteres dagegen vom europäischen Wildschwein abgeleitet werden. Trotzdem gelingt eine Kreuzung leicht und nach Ansicht der Landwirte hat dabei die Fruchtbarkeit in den Nachkommen zugenommen.

Vielfach wird angegeben, dass Hausziege und Hausschaf sich verbastardieren. Eine Begattung gelingt unschwer, neueren Beobachtern zufolge ist dieselbe jedoch ohne Erfolg.

In der Litteratur wird gewöhnlich angegeben, dass Büffel und Hausrind sich gar nicht vermischen. Die gegenseitige Neigung dürfte nicht übermässig gross sein, doch erwähnt Rodiczky im österreichischen landwirtschaftlichen Wochenblatt vom Jahre 1876, dass drei Kälber geworfen wurden, welche aus der Verbastardierung von Büffelkühen mit einem podolischen Stier aus Siebenbürgen hervorgingen und eine Kuh, die von einem Büffelstier besprungen wurde, in den Zustand der Fruchtigkeit gelangte. Über die Fruchtbarkeit dieser Bastarde ist nichts bekannt geworden.

Hund und Wolf sowie Hund und Schakal haben fruchtbare Bastarde geliefert.

Eine Kreuzung gelang ferner zwischen Pferd und Dauw und zwischen Esel und Zebra.

Ab und zu tauchen Nachrichten auf, dass systematisch weit auseinander stehende Arten Bastarde erzeugt hätten, wie Hund und Katze oder Schaf und Schwein. Erst neulich war wieder in einzelnen Tagesblättern zu lesen, dass ein Bastard zwischen Rind und Hirsch zur Beobachtung gelangt sei. Es braucht kaum bemerkt zu werden, dass solche müssige Erfindungen zu fabelhaft sind, um ernstlich widerlegt zu werden.

d) Die Vererbung erworbener Eigenschaften.

Bisher lernten wir lediglich diejenigen Fälle von Vererbungserscheinungen kennen, bei welchen die Anlagen bereits seit Generationen bei den Erzeugern vorhanden waren und durch die Keimzellen übermittelt wurden. Hier handelt es sich dagegen um neu erworbene Eigenschaften. Es ist notwendig, zunächst genauer zu bezeichnen, was man darunter zu verstehen hat. Manche verstehen darunter überhaupt jede funktionelle Abänderung, welche auftritt, während andere den Begriff viel enger fassen. Weismann z. B. rechnet zu den erworbenen Eigenschaften nur solche, »welche nicht als Anlagen schon im Keim vorhanden sind, sondern erst durch besondere Einwirkungen, die den Körper oder einzelne Teile desselben treffen, entstehen.« Er nennt diese Eigenschaften »somatogene«, weil sie den Körper (soma) betreffen und stellt ihnen die »blastogenen« Abänderungen gegenüber, welche als neue Anlagen im Keimplasma entstehen.

Nun giebt es im Laufe des individuellen Lebens zahlreiche von aussen her stammende Einwirkungen, welche den Körper oder doch einzelne Organe und Organteile abändern können. Es entsteht also die prinzipiell sehr wichtige Frage, ob solche Veränderungen der körperlichen (somatischen) Zellen auf die Erbmasse einwirken und damit auf die Nachkommen übertragen werden oder nicht. Wenn diese Übertragung erfolgt, dann setzt dies naturgemäss eine Abhängigkeit der Keimzellen von den übrigen Körperzellen voraus. Wir werden dem praktisch so wichtigen Gegenstande um so mehr Aufmerksamkeit schenken müssen, als gerade in der Gegenwart sich ein heftiger Kampf um die Vererbung oder Nichtvererbung erworbener Eigenschaften entbrannt hat, ein Kampf, an welchem die Tierzucht unmöglich teilnamlos vorbeigehen darf.

Eine moderne Schule unter der gewandten Führung von A. Weismann bestreitet mit aller Entschiedenheit, dass irgend welche von den körperliche Zellen während des Lebens neu erworbene Eigenschaften vererbt werden können, sondern alle neu auftauchenden Eigentümlichkeiten, die zur Vererbung gelangen, zuerst als Anlagen im Keimplasma

auftreten, zunächst nicht bemerkbar werden und erst in der folgenden Generation zum Ausdruck gelangen.

Er hat nämlich die Vorstellung gewonnen, dass ein vollständiger Gegensatz besteht zwischen den somatischen oder körperlichen Zellen und den Keimzellen. Erstere gehen mit dem Tode unter, dagegen erhält sich das Keimplasma der Keimzellen von einer Generation zur andern in einer ununterbrochenen Kontinuität. Das Keimplasma geht gleichsam teilnamlos an den umgebenden Körperzellen vorbei, seine Wege sind andere. Es ist individuellen Abänderungen unterworfen, lehnt aber eine Einmischung der sterblichen Körperzellen beharrlich ab.

Daher haben alle Versuche, durch gewaltsame Eingriffe in die Organe des Körpers entsprechende Veränderungen in den Nachkommen hervorzurufen, fehlgeschlagen.

Wenn die Keimesabänderungen im Körper des künftigen Tieres neue Merkmale entstehen lassen, so hängt es in der freien Natur von der Auslese (Selektion) ab, ob sie als günstig weiter geführt werden sollen oder nicht, bei dem Haustier entscheidet natürlich der Züchter, inwieweit sie zur Vererbung gelangen sollen.

Folgerichtig stellt daher Weismann bei der Umgestaltung der Tierformen alles auf die Auslese ab und betont die »Allmacht der Naturzüchtung«, die beim Haustier durch die Allmacht der künstlichen Züchtung ersetzt wird.

Jeder Züchter wird zugeben, dass die Auslese bei der Formgestaltung und der zu erzielenden Leistung sehr viel ausmacht, aber sie macht nicht alles und wenn die Vererbung erworbener, d. h. zuerst im Bereiche des soma oder Körpers auftauchender erscheinender Eigenschaften geleugnet wird, dann ist offenbar die Tierzucht ein wichtiges Hilfsmittel aus der Hand genommen.

Gegenüber der glänzenden Dialektik bei der Beweisführung haben nur die Thatsachen zu reden.

Die entgegengesetzte Ansicht, welcher heute noch die Mehrzahl der Zootechniker, Tierzuchtlehrer und Zoologen huldigt, hat den Beweis allerdings nur schwer zu leisten, indem man ihr in den meisten Fällen von gegnerischer Seite einwenden kann, eine neue Eigenschaft habe sich deswegen vererbt, weil bereits eine Anlage dazu im Keimplasma vorhanden war und diese Anlage einer experimentellen Prüfung nicht so genau unterworfen werden kann.

Die Lehre, dass äussere Einflüsse zunächst verändernd auf den Körper einwirken und sich in der Folge bei der Vererbung geltend machen, geht bekanntlich auf Lamarck zurück, welcher bereits vor Darwin die Umbildungslehre aufstellte. Gebrauch oder Nichtgebrauch gestalten die Organe um und zwar nach dem Grundsatz der Wechselwirkung (Correlation) der Organe, es ergreift die Veränderung eines Organes auch andere, was sich durch Vererbung befestigt.

Ein Muskel, der fortwährend geübt wird, erlangt eine bedeutende Grösse und diese Eigenschaft tritt auch in den Nachkommen auf. Das

Auge, das bei Höhlenbewohnern oder bei den im Boden wühlenden und unterirdisch lebenden Tieren nicht mehr gebraucht wird, nimmt an Grösse und Leistungsfähigkeit ab, es verkümmert schliesslich in den späteren Generationen infolge seiner Unthätigkeit.

Darwin, welcher zuerst die hohe Bedeutung der Auslese hervorhob und ihre Rolle bei der Umgestaltung am Beispiel unserer Haustiere klarlegte, hat mit guten Gründen auch an dem Lamarckschen Prinzip festgehalten und seine Bedeutung für die Umbildung der Organismen anerkannt.

Immerhin wird man die Beweise genauer zu prüfen haben.

Wenn auch Weismann in seiner Opposition zu weit geht, so steckt doch ein gesunder Kern Wahrheit in seiner Auffassung des Keimplasmas. Es verhält sich äusseren Einwirkungen gegenüber oft sehr ablehnend und man kann nie zum voraus bestimmen, welche neu erworbenen Abänderungen bei der Vererbung auf die Nachkommen übertragen werden und welche nicht. Es herrscht da eine gewisse Launenhaftigkeit und notorisch werden einzelne neue Eigenschaften, die allerdings unzweckmässig sind, beharrlich von der Vererbung ausgeschlossen, andere sozusagen nur nach langem Zögern aufgenommen.

Weismann begründet seine Lehre zunächst mit der Nichtvererbbarkeit von gewaltsamen Eingriffen, die man als Verletzungen oder Verstümmelungen bezeichnet.

Es finden sich zwar in der Litteratur verschiedene Fälle verzeichnet, dass Verstümmelungen sich vererbt haben, allein bei genauerem Zusehen halten dieselben nicht Stand. Noch im Jahre 1887 wurde auf der Naturforscherversammlung in Wiesbaden von einem derartigen zweifelhaften Fall berichtet. Es wurden dort schwanzlose Kätzchen vorgeführt, welche ihre Schwanzlosigkeit von der Mutter ererbt hatten; die letztere soll angeblich durch Überfahren ihren Schwanz eingebüsst haben. Es fehlen jedoch zuverlässige Angaben, wie die Katzenmutter zu ihrer Schwanzlosigkeit gekommen ist. Es kann ja auch eine angeborne Missbildung sein, die sich vererbt hat und diese Vermutung liegt um so näher, als vererbbare Schwanzlosigkeit bei den Katzen auf der Insel Man seit langer Zeit bekannt ist.

Man kennt eine grosse Zahl von Fällen, welche beweisen, dass Verstümmelungen sich nicht vererben. Die Gewohnheit, den Hunden die Schwänze zu stutzen, ist bekannt. Sie war schon vor vielen tausend Jahren in Ägypten in Gebrauch, da man in den Grabkammern auch Abbildungen von stummelschwänzigen Hunden vorgefunden hat. Aber niemals vererbt sich der verstümmelte Schwanz, er muss stets neu gestutzt werden.

Die Madagassen pflegen häufig ihren Rindern die Spitzen der Hörner abzutragen, aber die Nachkommen erhalten stets wieder ein normales Gehörn. Auch beim Menschen sehen wir gewisse Verstümmelungen seit Jahrtausenden geübt, ohne dass sie sich vererben. Man mag nur an die Beschneidung erinnern, die nicht nur bei den Semiten, sondern bei

vielen Völkern auf der Südhälfte der Erde üblich ist. Bei ostafrikanischen Stämmen sieht man die Frauen ihre Ohren verunstalten, indem ein grosses Stück Ebenholz in das aufgeschlitzte Ohrläppchen eingezwängt wird, allein ihre Kinder haben stets ganz regelmässig gebildete Ohrläppchen.

Weismann hat zum Überflusse Versuche mit weissen Mäusen angestellt, denen er sämtlich den Schwanz abschnitt. Er hat fünf Generationen hindurch von künstlich entschwänzten Eltern 849 Junge erzogen, von denen keines einen Stummelschwanz oder sonst eine Abnormität des Schwanzes erkennen liess. Die Schwanzlänge war bei allen Neugebornen eine völlig normale.

Allgemein bekannt ist, dass bei verschiedenen Schafrassen aus wirtschaftlichen und physiologischen Gründen der Schwanz regelmässig beseitigt wird. Aber obschon dieses Verfahren seit sehr langer Zeit üblich ist, wurde nie ein schwanzloses oder auch nur ein stummelschwänziges Schaf geboren.

Andererseits liegen, wenn auch als seltene Ausnahmen, bejahende Angaben über die Vererbung von Verstümmelungen vor. Der französische Physiologe Brown-Séquard rief beim Meerschweinchen Epilepsie bei Durchschneidung des grossen Hüftnerven hervor, Durchschneidung der sympathischen Halsnerven bewirkte Verunstaltung des Ohres und nach Durchschneidung gewisser Hirnteile machte sich ein Augapfelvorfall bemerkbar. Diese Folgen vererbten sich und zwar durch mehrere Generationen hindurch. Es ist dies der einzige sichere Fall, der bisher zur Beobachtung gelangte.

Weismann zweifelt zwar auch die Beweiskraft dieses Falles an und hält die Möglichkeit offen, dass die Vererbung auf der Einfuhr von Mikroorganismen beruhen könnte.

Im Grunde genommen darf es uns nicht überraschen, wenn Verletzungen oder Verstümmelungen sich nicht vererben; das Gegenteil wäre ja höchst unzweckmässig. Dieser Sachverhalt kann ja recht gut auf dem Wege der Auslese erklärt werden. Nehmen wir für den Moment an, dass Verstümmelungen bei vielen Tieren leicht vererbbar wären, so würde bei einzelnen Individuen diese Eigenschaft doch in verschieden hohem Grade vorhanden sein. Dann müssten ja bei der natürlichen Auslese rasch diejenigen ausgemerzt werden, welche sie in hohem Grade besitzen. Wo sollte ein Organimus hinkommen, wenn alle Schädigungen während des Lebens Spuren in den Nachkommen hinterlassen.

Es ist aber auch der Fall denkbar, dass eine äussere Verletzung und Missbildung nutzbringend werden kann und dann ist nicht einzusehen, warum sie nicht vererbt werden sollte.

Mir ist in der That ein solcher Ausnahmefall zwar nicht in der Tierwelt, wohl aber in der Pflanzenwelt unlängst vorgekommen.

Als erworbene Neubildungen, welche durch äussere Reizwirkungen verursacht werden, sind die Gallen der Pflanzen allbekannt; je nach

ihrem Vorkommen kann man sie als Blattgallen, Stengelgallen und Wurzelgallen unterscheiden. Manche Landwirte haben gewiss an den Blättern der Eiche die Gallen zahlreich angetroffen, auch die Endtriebe erzeugen nicht selten Neubildungen von schwammiger Beschaffenheit, welche die Grösse einer Kartoffelknolle erlangen könne und von Gallwespenlarven bewohnt werden. In den Gartenanlagen sind zuweilen fast alle junge Fichtentriebe in zapfenartige Gallen umgewandelt und die Ursache davon ist ein der Blattlaus ähnliches Insekt.

Gallenbildungen werden nicht vererbt, sie müssen stets durch äussere Reizwirkungen neu erzeugt werden.

Aber bei einer von mir eingehend untersuchten ostafrikanischen Akazie (Acacia fistula) findet in der That eine so regelmässige Vererbung der Gallen statt, dass sie keinem einzigen ausgewachsenen Baum fehlen. Die Dornen sind in wechselnder Zahl, jedoch nie alle, zu Blasengallen umgewandelt, deren Grösse zwischen der einer Haselnuss und derjenigen einer Wallnuss schwankt Sie werden regelmässig von gewissen bissigen Ameisen (Cremastogaster-Arten) bewohnt, welche die Blasengallen am Grunde oder an der Seite eröffnen. Diese Einmieter schützen den Baum, welcher nebenbei bemerkt, der Gummiproduktion wegen von grosser wirtschaftlicher Bedeutung wird. Die grösseren Antilopen und die Haustiere, welche das Akazienlaub stark bevorzugen, hüten sich der bissigen Ameisen wegen sehr wohl, die erwähnte Art zu berühren.

Ich habe zu Beginn der Regenzeit, wenn die Vegetation der ostafrikanischen Steppen neu erwacht, hunderte von Gallen in ihrer Entstehung verfolgt. Sie sind jetzt ganz normale Gebilde, die niemals mehr durch äussere Reizwirkungen erzeugt werden, sondern stets ganz unverletzt sind, solange sie noch weich und grün bleiben. Nie habe ich in ihrem Innern ein Insekt oder sonst ein Tierchen angetroffen, so lange sie noch geschlossen sind.

Diese ausnahmsweise Vererbung einer erworbenen Neubildung ist wohl nur deswegen eingetreten, weil sie der Pflanze Nutzen bringt, d. h. Ameisenherbergen schafft.

Wenn also das Keimplasma gewisse Einwirkungen bei der Vererbung beharrlich abweist, so folgt daraus noch nicht, dass es auch alle andere abweisen muss.

Ganz ohne Wechselwirkung sind die Keimzellen und die körperlichen Zellen gewiss nicht. Es ist ja allbekannt, dass die Geschlechtssphäre von dem Zeitpunkt an, da reife Keimzellen gebildet werden, eine starke Rückwirkung auf die Körperzellen ausübt. Es treten die sekundären Geschlechtsmerkmale schärfer hervor, das Hautsystem, die Gefässe und vorab das Nervensystem werden stark beeinflusst, wie man aus den Erscheinungen der Brunst entnehmen kann. Sollte nun umgekehrt die körperliche Sphäre nicht auch irgendwie Einfluss auf die Geschlechtsphäre und auf das dort geborgene Keimplasma gewinnen?

Freilich wäre es falsch, wenn man sich das Verhältnis etwa so denken würde wie bei einem Klavier, bei dem man nur irgend eine der vielen Tasten auszulegen braucht, um sofort einen Ton zu erzeugen. Man kann irgendwo einen körperlichen Bezirk physiologisch aussprechen, so erfolgt noch keineswegs ein sofortiger Nachhall im Keimplasma.

Die vererbende Substanz ist ihrem Wesen nach sehr konservativ und nimmt Einwirkungen von Aussen her nur mit grossem Zögern an.

Das muss so sein, denn wäre diese wohlthätige Reserve nicht vorhanden, so wäre dem Tierzüchter sehr schlecht gedient, es könnte ja auf die Dauer niemals ein Zuchtresultat mit neuen und bleibenden Eigenschaften zu Stande bringen; es würde nur Formen erzielen, die charakterlos jeder äusseren Einwirkung nachgeben würden.

Wir müssen nunmehr, um in der Frage Stellung nehmen zu können, uns nach wirklichen und neuen Beweisen für die Vererbung erworbener Eigenschaften umsehen.

Wir könnten da aus dem Kreise der menschlichen Gesellschaft zu allererst Beispiele heranziehen. Es mag an einem genügen.

Es ist dies eine der vielen Abnormitäten, welche als Kulturkrankheit bezeichnet werden kann und beim primitiven Menschen seltener ist.

Man wird nicht behaupten wollen, dass Kurzsichtigkeit ein Moment ist, welches bei der Auslese besonders begünstigt wird; sie ist vielmehr eine nachteilige Eigenschaft, welche gewisse Berufsarten geradezu bei der Wahl ausschliesst, also dem Fortkommen unter Umständen hinderlich sein muss. Die erste Ursache ist nun sicher nicht eine unbemerkte Anlage im Keimplasma, sondern die übermässige Anstrengung des Auges selbst.

Im Rahmen unserer Aufgabe liegt es, die Belege hauptsächlich im Kreise der Haustiere zu suchen und da scheint es mir denn doch, dass bei näherem Zusehen die Tierzucht ja bereits ein grossartiges und entscheidendes Experiment im grossen ausgeführt hat, dass sich über Tausende von Jahren erstreckt. Das Experiment ist ohne alle Voreingenommenheit für unsere Frage durchgeführt worden und lässt im Einzelfalle ziemlich klar überblicken, wie äussere Einwirkung und Auslese an der Veränderung beteiligt sind.

Wir brauchen nämlich nur die Veränderungen im geistigen Charakter, welche die verschiedenen Haustiere unter dem äusseren Einfluss des Menschen erlitten haben.

Um denselben aber richtig zu würdigen, müssen wir stets die zugehörigen Wildformen zum Vergleiche heranziehen, weil diese ihren Charakter wegen der Gleichmässigkeit der äusseren Einwirkungen viel weniger abgeändert sind.

Dieser Vergleich zwischen der Wildform und der zahmen Form lässt uns zuweilen eine äusserst tiefe Kluft im geistigen Wesen erkennen, die nicht lediglich auf Auslese zurückgeführt werden kann.

Wie uns die Geschichte der Haustiergewinnung lehrt, konnten nur

Tierarten mit ganz bestimmten Vorbedingungen aus dem Freileben in den Hausstand des Menschen herübergenommen werden. Erstens mussten sie im Hausstand die Fähigkeit unbegrenzter Fortpflanzung beibehalten, um eben bei züchterischer Einwirkung vererben zu können.

Zweitens mussten sie geistig so beschaffen sein, dass sie sich an die menschliche Erziehung gewöhnen konnten, d. h. also sie mussten der Wirkung der Suggestion von seiten des Menschen in sehr hohem Grade zugänglich sein.

Was diese beiden Eigenschaften nicht besass, war eben einfach unbrauchbar und daher von der Haustierwerdung für immer ausgeschlossen. Fehlte nur die eine der beiden Qualitäten, so konnte unter Umständen ein gewisses gegenseitiges Verhältnis Platz greifen, das aber nie Anspruch auf ein eigentliches Haustierverhältnis erheben kann.

Soweit die Physiologie das Wesen der Suggestion auf dem Wege des Versuchs ermittelt hat, handelt es sich stets um äussere Einwirkungen, welche eine Veränderung in der geistigen Thätigkeit einleiten. In unserem Falle wirkt der Mensch durch verschiedene Suggestivmittel auf das Nervensystem ein, welche im Grosshirn Veränderungen hervorrufen. Dabei werden gewisse Vorstellungen beseitigt, andere treten ganz zwangsmässig in den Vordergrund. »Die Suggestion ist die Zwangsjacke des Gedankens«, wie O. Stoll in seinem ideenreichen Werke über diesen Gegenstand sehr zutreffend bemerkt.

Systematisch wird die Suggestion gesteigert, wenn es sich um Dressur handelt und ein auf den Mann dressierter Hund lässt sich ziemlich auf einen völlig imaginären Gegenstand hetzen, sobald man bestimmte Suggestivmittel in Anwendung bringt.

Die Fähigkeit der Suggestion ist nun nicht etwa erst im Hausstande erworben worden, sie war schon bei allen unseren Haustieren im Zustand des Freilebens stark ausgesprochen. Hier lebten sie in Herden unter der Anführung eines Leittieres (Leithengst, Leitstier, Leitbock), welches erzieherisch einwirkte, eine strenge Disziplin ausübte, im Momente der Gefahr durch suggestive Einflüsse, welche eine Massensuggestion zur Folge hatten, entweder die einzuschlagende Richtung bei der Flucht bezeichnete oder den Massenangriff anordnete.

Mit dem Eintritt in den Hausstand hat der erzieherische Einfluss des Menschen dem Gedankengang eine abgeänderte Richtung gegeben und diese hat sich im Laufe der Zeit sehr streng vererbt. Der Mensch hat durch äussere Einwirkung eine so vollkommene Macht über seinen Haustierbestand, dass er denselben zur Verlumpung bringen oder auf die höchste Stufe erheben kann, da helfen alle individuellen Variationen des Keimplasmas nicht mehr aus. Mit vollem Recht wird daher der Tierkenner aus dem Charakter der Haustiere einen sicheren Rückschluss auf den Besitzer machen.

Merkwürdigerweise ist die Wirkung menschlicher Umgebung bei den einzelnen Haustierarten ganz verschieden ausgefallen; einige haben entschieden gewonnen, andere in geistiger Hinsicht erheblich verloren.

Betrachten wir die wichtigsten Fälle.

Am merkwürdigsten verhält sich die Katze. Sie ist als Hausbewohner zuerst im Nilthale bei den alten Ägyptern aufgetreten und hat sich verhältnismässig spät in historischer Zeit weiter ausgebreitet. Heute ist sie znm Kosmopoliten geworden. Von Haus aus intelligent und mit einem erheblichen Selbständigkeitsgefühl ausgestattet, ist sie der Einwirkung des Menschen nur in sehr bedingter Weise zugänglich; in hundert Fällen antwortet sie auf suggestive Einflüsse fünfzig mal durch Conträr-Suggestion. Bei ihr liegt der eigentümliche Fall vor, dass sie sehr lange Zeit Gegenstand des Kultes war und daher sich gut behandeln liess, was bei der Beurteilung ihres Charakters in Anschlag gebracht werden muss. Im Hausstande hat die Katze geistig nur mässig gewonnen.

Durchaus entgegengesetzt verhält sich der Hund, welcher wegen seiner grossen Erziehungsfähigkeit geistig auf eine ganz ungewöhnlich hohe Stufe gebracht wurde, wobei zugegeben werden muss, dass die Auslese mit unterstützend gewirkt hat. Diese Dinge sind so allgemein bekannt, dass wir sie übergehen können. Auch das Pferd ist im Umgange mit dem Menschen intelligenter geworden, während der Esel umgekehrt sehr viel verloren hat. Der Wildesel ist scheu, geistig begabt und ungemein vorsichtig, im zahmen Zustande wurde er zur Karrikatur herabgewürdigt. Die rohe Behandlung, die ihm namentlich in romanischen Ländern zu Teil wird, hat seinen Charakter verdorben und sein Wesen in Starrsinn und Stumpfsinn verwandelt.

Geistige Verluste sind auch beim Rind zu vergleichen, noch mehr aber beim Büffel. Das agressive Wesen der wilden Büffel kann dem Menschen höchst verderblich werden, unter der Hand des Menschen ist der zahme Büffel so lenksam und gutmütig geworden, dass die Fellah-Kinder in Egypten sich ohne Furcht auf seinen Rücken setzen und mit ihm einen Nilarm durchschwimmen. Die Wildheit vererbt sich also gar nicht mehr und wenn hier Keimesvariationen im Spiele wären, so müsste es wohl auch unter den wilden Büffeln gelegentlich gutmütige Tiere geben.

Das Schwein ist bezüglich der geistigen Ausbildung vom Menschen immer vernachlässigt worden. Trotzdem ist es nicht ohne Intelligenz und wie einzelne Beispiele lehren, erziehungsfähig. Eine Schar Ferkel, welche nach den Tönen des Dudelsackes tanzen gelernt hatte, vermochte den trübsinnigen König Ludwig XI. zu erheitern.

Weitaus am meisten hat das Schaf im Hausstande eingebüsst. Seine Zucht ist offenbar sehr alt, denn wir finden es schon zur Zeit der Pfahlbauten als häufiges Haustier. Im Vergleich mit den Wildformen ist das zahme Schaf in seinem geistigen Wesen ein ganz anderes Tier geworden.

Die Wildschafe sind durchweg Gebirgstiere, deren behendes und gewandtes Wesen von allen Beobachtern hervorgehoben wird. Die

Gefahren wissen sie mit Klugheit zu erkennen, ihr Mut und ihre Kampflust ist bemerkenswert. Einzelne Arten besitzen ein kolossales Gehörn, das zur gefährlichen Waffe wird.

Mit dem Herabsteigen in die Ebene sind die Gefahren vermindert worden, hier hat zudem der Mensch die Obhut übernommen, womit eben ganz neue Momente auf das psychische Wesen einwirkten.

Die grosse Suggestionsfähigkeit ist geblieben, aber an die Stelle der Klugheit in Gefahr ist eine unglaubliche Dummheit getreten, willenlos stürzt eine Herde dem Leithammel in den verderblichen Abgrund nach. Der Mut ist einer grenzenlosen Feigheit gewichen, der stärkste Widder flieht vor dem kleinsten Hund; sklavisch und ohne Initiative folgt das Schaf dem Menschen, energielos lässt es sich auf die Schlachtbank legen.

Diese Feigheit ist durch strenge Vererbung derart befestigt worden, dass Schafe gar nicht mehr verwildern können; sie sind so widerstandslos, dass sie in der Freiheit dem ersten besten Raubtier zum Opfer fallen müssten. Es ist nun gar nicht einzusehen, wie durch systematische Auslese diese Feigheit und Unbeholfenheit, die manchmal recht unvorteilhaft ist, gezüchtet wurde und zwar um so weniger, da die Ziege fast genau die gleiche Behandlung erfuhr und unter den gleichen Lebensbedingungen stand, im Hausstande an Intelligenz nicht verloren hat, auch ihren Freiheitstrieb und ihre Kampflust nicht eingebüsst hat.

Verschiedene unserer Haustiere haben gelegentlich das Abhängigkeitsverhältnis zum Menschen durchbrochen und unter Lösung des eingegangenen Symbiosenzustandes die Rückkehr zum Wildleben unternommen, sie verwilderten.

Der orientalische Strassenhund und der indische Pariahund lebt in halbwildem Zustande, der australische Dingo ist offenbar kein echter Wildhund, sondern nur verwildert. Schweine und Rinder sind im Zustande der Verwilderung mehrfach bekannt geworden. Das englische Parkrind kommt dem Wildstand sehr nahe, auf den Falklandsinseln und an verschiedenen anderen Orten sind die Rinder längst sich selbst überlassen.

Verwilderte Pferde werden ebenfalls angetroffen, solche sind in den Tarpans zwischen dem Kaspisee und dem Aralsee zu beobachten, in Südamerika waren verwilderte Pferde einst zahlreich, da man sie aber Ende der sechziger Jahre massenhaft vermischte, sind sie heute vorzugsweise noch in Patagonien, wenn auch nicht mehr in grosser Zahl, vorhanden.

Da in diesem Zustand die geistige Einwirkung des Menschen aufhört, ändert sich nach und nach der Charakter, er nähert sich wieder der wilden Stammform. Es liegt hier abermals ein Beispiel neu erworbener und vererbter Eigenschaften vor.

Es liessen sich auch im einzelnen Züge aus dem Geistesleben unserer Haustiere anführen, welche auf die Vererbung erworbener Eigenschaften hinweisen. Es mag hier wenigstens das Beispiel des

jungen Vorstehhundes Erwähnung finden, »der ohne Dressur im subtropischen Gestrüpp die Eidechse stand«, wie seine Vorfahren das Rebhuhn.

Wenn ein solcher ganz zwangsmässig beim Schuss, dessen Wirkung er noch nicht einmal kennt, die Beute aufsucht und apportiert, so ist diese Eigenschaft ursprünglich nicht vorhanden gewesen, denn zahme Hunde haben schon existiert, bevor Schusswaffen in Gebrauch kamen. Sie ist also durch Dressur beigebracht worden. Dressur ist aber eine suggestive Einwirkung durch den Menschen, die im Mechanismus des Nervensystems Veränderungen hervorruft. Es wird einer wiederholten Erziehung durch Generationen hindurch gebraucht haben, bis sich ein Reflexmechanismus herausbildete, der die Gewohnheit, nach der Knallempfindung vorzustürzen so sehr befestigte, dass sie später instruktiv und zwangsmässig erfolgte.

Die Auslese bei der Züchtung mag natürlich unterstützend mitgewirkt haben, denn man wird die begabteren und nicht die ungelehrigen Hunde bei der Zucht begünstigt haben.

Das thut jedoch nichts zur Sache; die äussere Einwirkung bei der Dressur war das Primäre und die Auslese war nur ein hinterher hinzugekommenes Hilfsmittel.

Was mit Rücksicht auf geistige Qualitäten gilt, lässt sich auch von manchen körperlichen Einrichtungen aussagen. Es finden sich verschiedene Organe, welche augenscheinlich durch Nichtgebrauch immer kümmerlicher geworden sind. Die Vorfahren unserer Pferde waren dreizehig, da aber nur die Mittelzehe gebraucht wurde, verkümmerten die seitlichen Zehen immer mehr, beim Anchitherium wohl zeitweise noch den Boden berührend, waren sie schon beim Hipparion, dem Vorläufer des heutigen Pferdes, mit kümmerlichen Afterhufen versehen, später verschwanden sie ganz und nur noch die Mittelfussknochen geben als dünne Griffelbeine Zeugnis von ihrer einstigen Existenz. Sie waren eben einmal in kontinuierlicher Rückbildung begriffen und die natürliche Auslese konnte sich um ihr Sein oder Nichtsein nur wenig kümmern.

Die Häufigkeit, mit welcher beim Zeburind hornlose Rassen entstanden, beruht möglicherweise auch auf dem Nichtgebrauch der Hörner. Wenn man den Schädel eines weiblichen Banteng mit dem Schädel der Zebukühe gewisser indischer Viehrassen vergleicht, so kann über die Stammeszugehörigkeit wohl kein Zweifel obwalten.

Es ist bekannt, dass die Jagd auf den wildlebenden Banteng mit Gefahr verbunden ist und die Stiere sowohl als die Kühe sehr wirksamen Gebrauch von ihren Hörnern zu machen wissen, im zahmen Zustande ist die Wildheit abgelegt worden und damit fällt auch die Bedeutung des Gehörns als Waffe weg. Bei einigen afrikanischen Rassen ist nun das Gehörn entweder stark verkümmert oder fehlt gänzlich, und diese Eigenschaft vererbt sich streng, sie ist allerdings bei der Vererbung auch durch die Auslese begünstigt worden.

Wie äussere Einwirkungen umgestaltend wirken und in ihren Folgen sich durch Vererbung befestigen, sieht man besonders deutlich am Schweineschädel. Die veränderten Lebensbedingungen im Hausstand des Menschen haben denselben vielfach in eine ganz neue Form gebracht. Die Wildschweine besitzen einen langgestreckten Kopf, der einem abgestutzten Kegel nicht unähnlich sieht. Der Gesichtsteil ist stark vorgezogen und die Hinterhauptsflächen derart schief gestellt, dass ihr höchster Punkt ziemlich weit hinter das Hinterhauptsloch zu liegen kommt. Die Profillinie des Schädels ist vollkommen gerade.

Diese Verhältnisse werden aus mechanischen Gründen leicht verständlich. Die Schweine haben die Gewohnheit, im Boden zu wühlen, sie graben oft tiefe Kessel, wobei der Kopf als Hebelapparat in Bewegung gesetzt wird. Die Hebelwirkung ist um so ausgiebiger, je schiefer die Hinterhauptsfläche gestellt ist, weil dadurch die an ihr entspringende Nackenmuskulatur um so ausgiebiger wirken kann.

Ist das Schwein in den Stall gebannt, so ändert sich die Lebensweise. Die Wühlarbeit hört auf, der Gesichtsteil des Schädels bleibt kürzer, aber auch die Hinterhauptsregion erscheint gedrungener. Die Hinterhauptsschuppe richtet sich auf, erlangt eine senkrechte Stellung oder ist gar nach vorn geneigt. Die Profillinie des Schädels ist nicht mehr gerade, sondern concav. Alle diese erworbenen Merkmale vererben sich und verleihen einzelnen Rassen sogar einen monströsen Charakter.

Aber auch andere durch die Zähmung und veränderte Lebenshaltung bedingte Merkmale treten an dem Schädel auf. Die Knochentafeln werden dünner, die Muskelansätze weniger rauh, weil ihre Muskeln weniger gebraucht werden. Starke Veränderungen erleiden die Eckzähne, beim Wildschwein sind sie als mächtige Hauer vorhanden, welche beim Ausgraben von Wurzeln gute Dienste leisten, aber auch Feinden gegenüber eine gefährliche Waffe bilden. Beim zahmen Schwein sind dieselben beträchtlich kleiner geworden, da sie nicht mehr gebraucht werden.

Es bedurfte wohl eine ziemlich lange Periode der Verwilderung, um alle diese Unterschiede wieder auszugleichen, da eben immer noch die Vererbung wirksam ist.

Die Auslese der Züchtung kommt hier in sehr untergeordneter Weise in Betracht, da sie sich um die Schädelform nur wenig kümmert.

Als weiteren und wichtigen Beleg können die Hängeohren der Haustiere angeführt werden.

Darwin bemerkt sehr zutreffend, dass alle domestizierten Säugetiere von Wildformen abstammen, die aufrechte Ohren besitzen. Sie haben diese notwendig, um die Richtung zu ermitteln, aus welcher ein verdächtiges Geräusch herkommt.

Im Hausstande übernimmt der Mensch die Überwachung und damit fällt ihr Hauptzweck weg, durch Verkümmerung der Muskulatur und der knorpeligen Unterlage der Ohren werden sie schlaff und

hängend. Dieser Umwandlungsprozess, der zunächst nicht auf Auslese zurückführbar ist, hat offenbar lange gedauert, wir treffen auch verschiedene Grade desselben an. Am sichersten sind Hängeohren bei solchen Rassen zu erwarten, die seit alter Zeit im Dienste des Menschen stehen.

Manche Schaf- und Ziegenrassen sind schlappohrig, in China werden hängeohrige Katzen gezüchtet, auch Hunde, Kaninchen und Schweine haben hängende Ohren. Schon im alten Ägypten wird ein Hund mit Hängeohr bildlich dargestellt, während die Mehrzahl altägyptischer Hunde aufrechte Ohren besass.

Vom indischen Rind wird die Eigenschaft ebenfalls erwähnt, doch liegt die Sache hier etwas anders. Alle Zeburassen haben ein etwas hängendes Ohr, das aber ausserordentlich beweglich ist und soweit nach vorn gerichtet werden kann, dass es die Augen fast bedeckt. Es dürfte dies eine Anpassung sein, welche den Zweck hat, allzu grelles Licht abzuhalten oder die zahlreichen Mücken zu verscheuchen. Auch bei unserem Braunvieh tritt diese Eigentümlichkeit bei manchen Individuen hervor, was mich in der Auffassung bestärkt, dass in der Braunvieh-Rasse Zebublut enthalten ist.

Die Wirkung des Nichtgebrauches tritt uns auch bei unseren zahmen Hühnern, Gänsen und Enten entgegen. Da sie ihrem Futter nicht mehr nachzugehen brauchen und weniger Feinde haben, büssten sie ihr Flugvermögen fast vollständig ein und wenn man die Masse und das Gewicht der Flügel, sowie des Brustbeines mit der Wildform vergleicht, so lässt sich eine Abnahme konstatieren. Bei der Wildente reichen die Flügelspitzen beinahe bis zum Schwanzende, während sie bei der zahmen Ente oft kaum bis zur Schwanzwurzel reichen, dagegen sollen die Beine bei ihr etwas dicker geworden sein.

Unter den Tierzüchtern ist unlängst M. Wilckens sehr entschieden für die Vererbung erworbener Eigenschaften eingetreten, indem er sagt:

»Jeder Tierzüchter richtet seine Haustiere ab für bestimmte mechanische oder geistige Aufgaben und er glaubt, dass diese Eigenschaften und Fähigkeiten, die er seinen Haustieren anerzogen hat, oder die sie sich im Verkehr mit dem Menschen erworben haben, auf die Nachkommen vererbbar sind. Dieser Glaube der Tierzüchter beruht auf Erfahrungen, die nach Jahrtausenden zählen. Wenn die in der Tierzucht erworbenen Eigenschaften und Fähigkeiten nicht vererbbar wären, dann wäre jeder Fortschritt auf dem Gebiete der Tierzucht unmöglich.«

Er beweist dies zunächst an dem speziellen Beispiel des englischen Vollblutpferdes:

»Die englische Vollblutzucht ist begründet durch drei orientalische Hengste, von denen einer unzweifelhaft aus Arabien stammte, die beiden andern aber die dem orientalischen Pferde eigentümlichen Körperformen hatten. Durch fortdauernde Übung auf der Rennbahn und Weiterzüchtung der schnellsten Pferde sind die Nachkommen jener orientalischen

Hengste in ihrer Körperform ganz verändert worden. Der Kopf ist kleiner, der Hals länger, das Gestell höher geworden; der Rumpf hat sich verlängert, der Brustkorb ist umfangreicher, die Hüfte etwas flacher und schmaler geworden. Im allgemeinen haben sich Muskeln und Knochen verlängert. Diese Abänderung der ursprünglichen orientalischen Pferdeform in die des gegenwärtigen englischen Vollblutpferdes hat stattgefunden seit etwa 200 Jahren.«

Die Auslese hat hier natürlich unterstützend gewirkt und beschleunigte die Umbildung, allein sie ist nicht das Primäre, erst mussten die Formveränderungen durch Übung in gewisser Richtung gesteigert werden, ehe sie vererbt werden konnten.

Ein anderes zutreffendes Beispiel führt A. Krämer in der unlängst erschienenen neuen Auflage seiner Schrift: »Das schönste Rind« als Folge des Gebrauchs oder Nichtgebrauchs von Organen an, indem er bemerkt: »Der handgreiflichste Beweis für den weittragenden Einfluss, welchen die Art des Gebrauchs des Muskelapparates auf die Formgestaltung der Tiere zu üben pflegt, liegt wohl in den allen Züchtern zugänglichen Erfahrungen über die bezüglichen Unterschiede bei Weide- und bei sogenanntem Stallvieh. Es trifft das insbesondere auch für das Rindvieh zu. Thatsächlich werden die so häufig vorkommenden Fehler im Bau und in der Lage der Schulter, dann die sogenannte Bug- oder Laffenleere, die Ausbiegung der Schulter von den Rippen, der Senkrücken, der Nierendruck, die kuhhessige Stellung der Hinterbeine etc. hauptsächlich dadurch herbeigeführt, dass die Tiere zumal in ihren Jugendjahren der Gelegenheit zu ausgiebiger Bewegung nicht teilhaftig wurden, und infolgedessen mangelhafte Entwicklung und Verschwächlichung der Muskel und Bänder eintreten mussten. Und wenn im grossen ganzen die Weidedistrikte immer wieder die Bezugsquellen für wohlgeformtes und dauerhaftes Zucht- und Nutzvieh bilden, so hat das eben seinen Grund zum grossen Teil darin, dass dort die genannten und anderen Fehler im Körperbau der Tiere gar nicht oder doch viel seltener und jedenfalls viel weniger scharf ausgeprägt vorkommen, als in Stallfütterungswirtschaften.«

Ganz analoge Defekte entwickeln sich beim Hausgeflügel, namentlich bei Hühnern, deren Beweglichkeit eingeschränkt ist und an der Vererbbarkeit solcher Anlagen kann nicht gezweifelt werden.

Hierher gehört auch der Unterschied zwischen Weidevieh in der Niederung und im Gebirge, auf den Wilckens hingewiesen hat. Das Niederungsvieh hat einen verhältnismässig langen Hals, denn beim Weiden auf dem Boden muss es den Kopf tief herabneigen; das Gebirgsvieh, das an Gehängen weidet, bedarf dieser Streckung nicht und erreicht daher auch mit kürzerem Hals das Futter.

Von äusseren Einwirkungen kommt hauptsächlich noch in Betracht der Einfluss des Klimas und der Einfluss der Nahrung.

Das Klima d. h. die atmosphärischen Verhältnisse bezüglich Temperatur und Wassergehalt haben zweifellos einen sehr grossen Einfluss auf den Stoffwechsel der Individuen und auch auf verschiedene somatische Bezirke, wie auf die Oberhaut und deren Anhangsgebilde, die Haare oder Federn, auf das Unterhautzellgewebe und das dort abgelagerte Fett, auf die Respirationswerkzeuge und auf die drüsigen Organe. Inwieweit die an einem Haustier durch verschiedene klimatische Einwirkungen entstandenen Veränderungen vererbbar werden, bedarf einer näheren Prüfung; es unterlaufen hier Annahmen, die vor der strengen Kritik nicht immer Stand halten.

Dahin gehört die fast in allen neueren tierzüchterischen Schriften vorgebrachte Behauptung, dass trockenes und warmes Klima bei den horntragenden Huftieren eine starke Zunahme der Hörner an Länge und Umfang hervorrufe. Dies wird so erklärt, dass die Reizwirkung der warmen, trockenen Luft durch eine übermässige Entwicklung der Epidermisbildung, beziehungsweise der Hornscheiden beantwortet werde und damit im Zusammenhang sich auch stärkere knöcherne Hornzapfen ausbilden müssen. Die Vererbbarkeit dieser neuerworbenen Eigenschaft wird als selbstverständlich angenommen.

Als Beispiel wird gewöhnlich das ungarische Steppenrind und das romanische Vieh zitiert, ferner das afrikanische Zeburind, das Merinoschaf in Spanien und die grossgehörnten Antilopen der afrikanischen Steppen im Vergleich zu den kleinhörnigen Antilopen der kühleren Länderbezirke auf der nördlichen Halbkugel.

Die Beweisführung klingt sehr bestechend, aber ich kann derselben auf Grund eigener Beobachtungen nicht zustimmen.

Es kann zwar nicht geleugnet werden, dass die afrikanischen Antilopen im allgemeinen grosshörnig sind, ja das Gehörn kann ganz unverhältnismässig lang und zuweilen auch dick werden wie beim Kudu und der Beisa-Antilope.

Hier kann man aber leicht nachweisen, dass nicht die trockene, warme Steppenluft die Veranlassung zur Vergrösserung des Gehörns wurde, sondern der Kampf mit den zahlreichen Raubtieren. Wie ich aus eigener Erfahrung berichten kann, sind viele Antilopen äusserst agressiv; selbst die harmlos scheinende Sömmeringsche Gazelle macht noch in der Gefangenschaft unversehens Angriffe auf den Besucher. Die grossgehörnten Kuhantilopen weichen dem Menschen kaum aus, verwundet greifen sie ihn mit Wucht an, sie nehmen es sogar mit dem Leoparden auf.

Hier dürfte die allmählige Auslese das Gehörn vergrössert haben, die bestbewaffneten Tiere blieben im Kampfe gegen die Raubtiere Sieger und vererbten ihre Eigenschaften. In den gleichen Wohngebieten leben andere Arten, z. B. die Zwergantilopen, deren Gehörn ganz kurz

und dünn ist. Diese greifen nie an, sondern verbergen sich ängstlich im Busch, ihrem bevorzugten Wohnplatze.

Ich kann noch andere Einwände anführen, die das zahme Rind Afrikas betreffen.

In den warmen Steppengebieten Centralafrikas, im Gebiet der grossen Seen lebt ein Rind, das zwar die von vielen Tierzüchtern aufgestellte Behauptung zu bestätigen scheint. Es ist das Watussi-Rind, das neuerdings durch Dr. O. Baumann näher bekannt geworden ist; sein Gehörn ist ein geradezu kolossales, denn es kann über meterlang werden und hat am Ursprung oft einen Umfang von 50 Centimeter. Aber in derselben Region lebt eine andere Rinder-Rasse, welche vollkommen hornlos ist.

Ich erwähne ferner das Sanga-Rind von Abessinien, das die Alpengelände dieses afrikanischen Hochlandes belebt und seine Weidegebiete bis auf eine Höhe von 3800 Meter ausdehnt. Das Sanga-Rind ist aber auch in dieser kühlen Region grosshörnig, während am Südfuss der abessinischen Berge in den heissen und trockenen Steppen der Somaliländer keine grosshörnige Rinder mehr angetroffen werden. Das Buckelrind der Somalen, das vielleicht vom Sanga abstammt, ist ein Shorthorn oder ein hornloses Rind.

Dagegen scheint mir die klimatische Einwirkung auf die Drüsen und die Vererbbarkeit der entstandenen Abänderungen besser gesichert. Die Einwirkung erfolgt wohl auf dem Wege durch die Nervenbahnen, da wohl alle Drüsen unter der Herrschaft von besonderen sekretorischen Nerven stehen.

Es wird vielfach angegeben und ich kann dies aus eigener Beobachtung bestätigen, dass im warmen Klima die Thätigkeit der Milchdrüse beschränkt wird, während im kühleren, nicht allzurauhen Klima die Entwickelung und die Leistungsfähigkeit des Euters bedeutend gesteigert wird, welche Eigenschaft sich wiederum vererbt.

Beim Rind ist diese Wirkung ganz auffallend.

Die Zebukühe Südasiens und Afrikas sind bekanntlich fast durchweg schlechte Milchkühe, die Milchergiebigkeit ist auch in der besten Periode gering, freilich ist das Produkt auch weit konzentrierter.

Unser Braunvieh dagegen liefert ausgezeichnete Milchkühe und doch ist dies wohl nur eine stark modifizierte Rasse des Zebu, welche wir schon zur Pfahlbauzeit als Torfrind besassen und von Nordafrika über Südeuropa erhalten haben, wenigstens werde ich in dieser Auffassung durch die anatomische Thatsache bestärkt, dass die typischen Rassenmerkmale aus Braunviehschädel bei den verschiedenen afrikanischen Zeburindern, wenn auch in verschiedener Mischung stets wiederkehren.

Was für das Rind gilt, lässt sich jedoch nicht ohne weiteres auf alle übrigen Haustiere ausdehnen, jedenfalls macht die Ziege eine Ausnahme.

In Südarabien fand ich ziemlich grosse Ziegen, deren Euter bis

auf den Boden reicht und häufig in eine besondere Tasche gebunden werden muss, um nicht auf den Boden geschleift zu werden. Sie ist entsprechend ergiebig an Milch, auch in den heissen Somalisteppen kommen Ziegen mit grosser Milchergiebigkeit vor.

Weit besser lassen sich die Ernährungseinflüsse übersehen, sie rufen tief eingreifende, nach dem Grundsatz der Korrelation sich auf verschiedene Organe ausdehnende Veränderungen hervor. Dass diese eine Übertragung durch das Keimplasma erlangen, dafür liegen unzweifelhafte Belege vor. Noch in allerneuester Zeit hat A. Krämer unter dem Bedauern, dass die Thatsachen von der Praxis noch immer nicht gehörig gewürdigt werden, nach dieser Richtung eine sehr entschiedene Stellung genommen: »Wenn Männer von Fach, welche auf dem Gebiet der Tierzucht in wissenschaftlicher und praktischer Richtung mit hervortretendem Erfolge thätig waren und sind, ihren Erfahrungen im grossen über den abändernden Einfluss der Ernährung der Tiere auf deren Form und Leistungseigenschaften unabhängig von einander in so übereinstimmender Weise Ausdruck geben, so erscheint das Verhältnis an sich Zweifelsfrei und ausgemacht.«

Durch Untersuchungen an Wiederkäuern hat Wilkens zuerst eigenartige Veränderungen in der Form des Magens und der körperlichen Verhältnisse als Folge der Ernährung nachgewiesen.

Er fand, dass bei der Aufzucht an jungen Tieren (Lämmern, Kälbern) die Entwickelung des Labmagens durch möglichst lange Ernährung mit Milch gefördert wird und das Schlachtgewicht entsprechend vergrössert wird.

Vergleicht man junge Tiere, so steht das Fleischgewicht in umgekehrtem Verhältnis zum Rauminhalt des Magens.

Dem fügt Wollny bestätigend hinzu, dass je nachdem er Ziegenlämmer mit ausschliesslich animalischer Kost oder mit rein vegetabilischem Futter ernährte, Unterschiede im Knochenbau nachzuweisen waren.

Allgemein bekannt sind die Beobachtungen von Nathusius am Schweineschädel, der erhebliche Massunterschiede zeigt, je nachdem das Tier reichlich oder schlecht ernährt wird. Aus seinen Messungen erhellt, dass bei schlechter Ernährung der Schweineschädel im Gesichtsteile gedrückter wird, die Breitenmasse aber bei gut genährten Tieren grösser ausfallen als bei schlecht genährten.

A. Nehring geht noch weiter und stellt beim Schweine geradezu eine Verkümmerungsform auf. Er glaubt sogar, dass gewisse Rassen beim Schwein und beim Rind als Kümmerlinge aufgefasst werden müssen, womit die Vererbbarkeit der erworbenen, durch mangelhafte Ernährung bedingten Kümmerform deutlich genug ausgesprochen wird. Als solche betrachtet er beispielsweise das Torfschwein und das kleine Torfrind. Letzteres soll ein degenerierter Abkömmling des Ur (Bos

primigenius) sein, der infolge primitiver, vernachlässigter Zucht an Grösse abgenommen hat.

Ohne die Vererbbarkeit von Schädelabweichungen leugnen zu wollen, möchten wir doch so weittragende Schlüsse nicht unbedingt als gesichert ansehen. Bereits Rütimeyer hat darauf hingewiesen, dass Torfschweine und Torfrind von anfang an als scharf ausgesprochene Rasse in der Pfahlbauperiode auftreten und der zahme Primigenius etwas später erscheint als das Torfrind. Durch ihn und Nathusius ist ja so gut wie sicher gestellt, dass das Torfschwein von aussenher importiert wurde und seiner Abstammung nach auf ein asiatisches Wildschwein (Sus vittatus) zurückgeführt werden muss. Zur Erklärung der Schädeldifferenzen ist es also nicht notwendig, eine Verkümmerungstheorie heranzuziehen, sondern in diesem speziellen Falle ist sie durch Verschiedenheit der Abstammung bedingt.

In der zur Zeit obwaltenden Kontroverse über die Vererbbarkeit erworbener Eigenschaften hat Wilkens auch in sehr zutreffender Weise die Erscheinung der Frühreife als wichtiges Beweismittel herangezogen.

Die Abweichung von der Norm, welche zur Frühreife führt, ist unter den veränderten Lebensbedingungen erst im Hausstande aufgetreten, die veränderte Ernährung dürfte in erster Linie dieselbe hervorgerufen haben.

Anatomisch ist die bei verschiedenen Haustieren auftretende Frühreife charakterisiert durch frühzeitiges Erscheinen des definitiven Gebisses, durch starke Entwickelung der Fleisch- und Fetteile des Rumpfes und durch die Eigentümlichkeit, dass in den Röhrenknochen die Epiphysen vorzeitig mit der Diaphyse verwachsen, was das Längewachstum dieser Knochen beeinträchtigt. Nach A. Sanson wird die Frühreife der Knochen, die einen hohen Gehalt an Mineralstoffen und eine grössere Dichtigkeit aufweisen, durch die Ernährung mit an Calciumphosphat reichen Körnern begünstigt.

Auch die Schädelgestalt wird beeinflusst, indem frühreife Tiere verhältnissmässig breite und kurze Köpfe besitzen, weil die Nähte der Kopfknochen frühzeitig verwachsen.

Den grossartigsten Fall, wie Ernährungsverhältnisse genau abgestuft werden und durch strenge Vererbung je nach der Zusammensetzung der Nahrung die Verschiedenheit der Körperform befestigt worden ist, bietet unsere Hausbiene dar, die ja gewissermassen auch als Haustier betrachtet werden kann. Hier zeigt es sich aufs Unzweideutigste, wie das Keimplasma mancher Eier eine bestimmte Summe von Anlagen enthält, die aber je nach der zugeführten Nahrung mit mathematischer Genauigkeit diesen oder jenen Gang der Entwickelung einschlagen.

Die Biene lebt bekanntlich in einem staatlichen Verbande, dem Bienenstock, in welchem vermöge einer streng durchgeführten Arbeitsteilung verschieden gestaltete Individuen vorkommen.

Das einzige vollkommen entwickelte Weibchen, die Königin, steht an der Spitze des Bienenstaates und besorgt die Eiablage; sie ist die

Mutter des Stockes und äusserlich leicht kenntlich an dem langen, kegelförmigen Hinterleib, welcher von den Flügeln nur unvollständig bedeckt wird.

Die zweite Form wird durch die Drohnen repräsentiert. Es sind die Männchen, welche lediglich der Fortpflanzung dienen, im Stocke selbst aber keine andere Arbeit verrichten. Sie finden sich nur zur Zeit des Überflusses; wird die Nahrung knapper, so werden sie aus dem Stock entfernt (Drohnenschlacht). Die Hauptmasse der Individuen besteht aus Arbeitsbienen, welche das Eintragen von Nahrung, den Aufbau der Zellen und die Aufzucht der Brut besorgen. Die anatomischen Untersuchung lehrt, dass sie verkümmerte Weibchen darstellen. Sie sind wegen ihrer verkümmerten Eierstöcke nicht mehr fortpflanzungsfähig, nur ganz ausnahmsweise legen sie unbefruchtete Eier aus denen Drohnen hervorgehen. Die Arbeiter sind kleiner als die Königin, dagegen sind die Mundteile stärker entwickelt.

Es ist nun durch Beobachtung und Experiment hinlänglich erwiesen, dass so verschieden auch Arbeiter und Königin in der definitiven Körperform sind, der Ausgangspunkt oder die Anlage im Keimplasma die gleiche sind. Es hängt lediglich von äusseren Einflüssen und zwar von Ernährungseinflüssen ab, ob die befruchtete Eizelle eine Königin oder eine Arbeitsbiene wird; ja es können nachträglich noch Arbeiterlarven durch passende Ernährung von einem gewissen Zeitpunkt an zu Königinnen umgewandelt werden.

Durch die Arbeiten des auf diesem unermüdlich thätigen A. v. Planta kennen wir genau die Zusammensetzung der Nahrung, welche aus dem Ei die eine fruchtbare oder die andere, geschlechtlich verkümmerte Form hervorbringt. Die Larve der Königin erhält während der ganzen Dauer der Larvenperiode fertig verdautes Futter, welches 45 pCt. Eiweiskörper, 13 pCt. Fett und 20 pCt. Zucker enthält. Dieses Futter wird aus dem Magen der Arbeitsbienen als Ammenmilch in die Königinzelle erbrochen und ist vom Anfang bis zum Schluss der Larvenzeit völlig gleich zusammengesetzt.

Die Arbeiterlarven erhalten weniger Futter und dessen Zurücksetzung ist eine andere, in den ersten Tagen ist er reich an Eiweiss und Fett, vom 4—7 Tage überwiegt der Honigzusatz.

Als Resultat der verschiedenen chemischen Mischung sehen wir eine verschiedene Entwickelung des Keimes, im einen Falle entwickeln sich die Eiröhren, im andern verkümmern sie. Auch Differenzen in der Körpergrösse, Ausbildung des Gehirns, der Flügel- und Mundteile sind sozusagen unmittelbare Reaktionen der verschiedenen chemischen Einwirkung während des Keimlebens.

Noch auffallender sind die Verhältnisse bei den Termiten, die ebenfalls in staatlichen Verbänden leben und die Arbeitsteilung noch weiter treiben. Auch giebt es fruchtbare Weibchen (Königinnen) und unfruchtbare Arbeiter, daneben aber noch grossköpfige Soldaten mit mächtigen Zangen. Sie sind für die Vertheidigung des Staates be-

stimmt und müssen ebenfalls als modifizierte Weibchen angesehen werden.

Auch hier ist die erste Keimesanlage bei allen drei Formen die gleiche und nur die äussere Reizwirkung der Ernährung bedingt die Verschiedenheit der Form.

Die Larven der fruchtbaren Weibchen bekommen nach den Beobachtungen von Grassi besseres Futter als die Arbeiterlarven und Soldatenlarven; nach Belieben lassen sich noch auf einer gewissen Larvenstufe fruchtbare oder unfruchtbare Weibchen erziehen.

Die fütternden Termiten haben es sogar in ihrer Gewalt, ob sie aus einer Larve kleinköpfige Arbeiter oder grossköpfige Soldaten erziehen wollen; nimmt man ihnen die Soldaten weg, so erziehen sie sich neue aus den vorhandenen Larven. Man kann also hier von einem eigentlichen Nahrungspolymorphismus reden, d. h. die Vielgestaltigkeit der Individuen ist eine Reaktion auf die verschiedenartige Ernährung während des Keimlebens.

Der Vollständigkeit wegen müssen wir noch gewisser Einflüsse gedenken, welche während der Entwickelung oder während der Befruchtung nur ganz vorübergehend thätig sind. Sie zerfallen in zwei Gruppen, in psychische und chemische. Manchmal haben sie einen Einfluss auf den Gang des Mechanismus im Keimplasma, manchmal aber auch nicht. In keinem Falle aber ist mit Sicherheit nachgewiesen, dass eine dauernde Vererbung stattfindet.

Der Volksglaube schreibt starken vorübergehenden seelischen Einwirkungen vielfach einen grossen Einfluss auf das Keimleben zu. Das sogenannte »Versehen« spielte eine grosse Rolle seit uralten Zeiten. Schon der Erzvater Jacob soll dadurch gescheckte Lämmer erzielt haben, dass er teilweise geschälte Holzstücke in die Tränkrinnen legte, welche von Schafen benutzt wurden und an denen sich die Mutterschafe beim Bespringen durch die Widder »versehen« könnten.

Diese und alle ähnlichen albernen Dinge entspringen einem unwissenschaftlichen Aberglauben, der sich ja gerade auf dem geheimnissvollen Gebiet der Zeugungsvorgänge von jeher breit machte.

Es ist gar nicht einzusehen, wie ein lebhafter, vorübergehender Eindruck ein Abbild auf dem Keimplasma oder dem werdenden Keim hervorrufen kann. Auch beim Menschen ist die Wirkung des Versehens oft behauptet worden, allein bei näherer Prüfung haben sich solche Angaben immer als zweifelhaft herausgestellt.

Neuere Versuche, die von Oscar und Richard Hertwig an den Samenfäden und Eiern von niederen Meerestieren (Seeigeleiern) angestellt wurden, haben uns mit der überraschenden Thatsache bekannt gemacht, dass chemische Einwirkungen unter Umständen erhebliche Störungen im Gang der Entwicklung hervorrufen können.

Es ist bereits in einem früheren Kapitel hervorgehoben worden, dass Samenfäden, die man in eine Lösung von 0,5 prozentigen Chloralhydratgehalt bringt, ihre Bewegungsfähigkeit einbüssen und daher zur Übertragung der männlichen Erbmasse unfähig werden. In gewöhnliches Meerwasser zurück versetzt, erlangen sie allerdings die Bewegungsfähigkeit wieder.

Auch die Eier erleiden durch die Einwirkung von Chloralhydratlösung und ähnlicher Substanzen eine Veränderung ihrer Lebensthätigkeit, wenn auch nur vorübergehend.

Es sind nun drei Fälle denkbar.

Entweder sind beiderlei Keimstoffe genannter, vorübergehender Einwirkung ausgesetzt gewesen, dann ist einfach eine Verzögerung der Befruchtung vorauszusehen, ebenso wenn nur die Samenelemente gelähmt wurden.

Wird nur das Ei durch die Lösung beeinflusst, dann treten beim Zusatz von normalem Sperma Erscheinungen ein, die zur Polyspermie oder Mehrbefruchtung führen und eine tiefeingreifende Ablenkung vom normalen Entwicklungsgang des Keimplasmas bedeuten, Doppelmissbildungen treten als unmittelbare Folge davon auf.

Das normale Ei wird bekanntlich veranlasst, beim Kontakt mit der ersten befruchtenden Samenzelle eine Dotterhaut abzuscheiden, welche allen folgenden Samenfäden den Eintritt ins Ei verwehrt. Diese äusserst nützliche, für das Entstehen eines normalen Keimes geradezu wesentliche Reaktionsfähigkeit der Eisubstanz wird durch die Chloralwirkung herabgesetzt und die Bildung der Dotterhaut verzögert. Je nach der Dauer des Einflusses und der Konzentration der Lösung fällt die Wirkung verschieden aus. Die Samenzellen können dann zu mehreren eintreten und die Überfruchtung stört die gewöhnliche Anordnung der Erbmasse.

Vielleicht hat der Alkohol eine ähnliche Wirkung, da im Volke die Meinung tief eingewurzelt ist, dass beim Menschen im Zustande der Trunkenheit die Zeugung keine normale Nachkommenschaft hervorbringt und wenn auch sonst die Eltern normal sind, starke Defekte der Nachkommen in geistiger Hinsicht aufweist. Ganz unbegründet ist diese Meinung wohl nicht.

Es leuchtet ein, dass alle derartigen Einflüsse vorübergehender Natur die Vererbung als solche nicht abändern und auch keine neuen, vererbbaren Anlagen hervorrufen. Ihre Wirkung beruht lediglich auf Störungen im gewöhnlichen Gang der Dinge. Diese sind derart, dass entweder ein vorzeitiges Absterben des Keimes erfolgt, weil der ganze Entwicklungsmechanimus zu sehr verunstaltet ist oder es erscheint eine entartete Nachkommenschaft.

Überschauen wir die Gesamtheit der Vererbungserscheinungen, soweit sie an der Hand von Thatsachen festgestellt sind, so können wir mit Bestimmtheit aussagen, dass als materielle Grundlage derselben nicht alle Teile der Keimzellen angesprochen werden dürfen, sondern nur gewisse, in deren Kernsubstanz enthaltene Verbindungen. Als Erbmasse fungieren die färbbaren Bestandteile des Kernes, welche unter dem Namen Chromatin oder Nuclein zusammengefasst werden.

Die Vererbung zielt entweder darauf ab, die längst vorhandenen Eigenschaften zu erhalten oder sie sucht neu erworbene zu befestigen. Wo ein Fortschritt, eine Umbildung bemerkbar wird, musste immer eine Veränderung der Erbmasse verausgehen. Die Neubildungen werden, sobald sie in die Erscheinung treten, vielfach von der Züchtungskunst, benutzt, um die Haustiere nach Form und Leistung in eine neue Richtung zu drängen. Wirtschaftliche Erwägungen entscheiden in der Regel darüber, was zur Vererbung kommen soll und was nicht, doch kommt dieser Entscheid in zweiter Linie. Die Veränderungen selbst lassen sich bezüglich ihrer Entstehung in drei Gruppen unterbringen:

1. Die Abänderungen gehen primär aus der Erbmasse hervor, sie entstehen im Keimplasma in irgend einer Weise, ohne vorher am oder im Körper bemerkbar zu werden. Es wird dies verständlich aus der von allen Forschern zugegebenen Thatsache der individuellen Variation, die nicht nur für den Tierkörper im allgemeinen, sondern auch für das Keimplasma Giltigkeit beansprucht.

Die Ursachen derselben sind uns grösstenteils verborgen. Naturgemäss treten die durch sie bedingten neuen Eigenschaften erst in der nächsten Generation sichtbar auf und können dann durch die weiteren Generationen hindurch zur Vererbung gelangen oder, falls sie sich als unzweckmässig erweisen, wieder zum Verschwinden gebracht werden.

Weismann glaubt damit auszukommen, dass er alle sogenannten erworbenen Eigenschaften in ihrer ersten Anlage ins Keimplasma verlegt.

2. Als eine zweite Gruppe von Vererbungserscheinungen mit fortschrittlichem Gepräge kann man die Zufuhr von neuen Erbanlagen bezeichnen, welche von aussen her bei der Befruchtung des Eies erfolgt. Es entstehen dadurch neue Kombinationen von bereits vorhandenen Eigenschaften. Die Sicherheit in der Vererbung solcher Kombinationen ist eine sehr grosse, und sie werden daher vom Züchter in der ausgiebigsten Weise benutzt.

3. Eine letzte Gruppe von Abänderungen beruht auf Reaktionen des Keimplasmas gegenüber äusseren Einwirkungen.

Diese können, wie z. B. vorübergehende chemische Einwirkungen zunächst blosse Störungen in dem Gang der Entwicklung einleiten oder wie die Ernährung, die Übung und klimatische Einflüsse, in erster Linie die körperlichen (somatischen) Zellen affizieren. Weismann bezeichnet die dadurch hervorgerufenen Eigenschaften als somatogene

und stellt sie den blastogenen Eigenschaften gegenüber, weil letztere ihren Ausgangspunkt im Keim nehmen.

Jene stellen das dar, was man als »erworbene Eigenschaften« im engeren Sinne bezeichnen kann.

Einzelne derselben vererben sich in der Regel gar nicht, auch wenn man durch Generationen hindurch den Versuch macht, sie zur Vererbung zu bringen (Verletzungen, Verstümmelungen). Andere werden dagegen vererbt, was auf eine Beeinflussung der Keimzellen durch die übrigen Körperzellen schliessen lässt. In den folgenden Generationen entstehen die neuen Eigenschaften am werdenden Organismus im allgemeinen in der Reihenfolge, in welcher sie historisch entstanden sind, also die jüngsten zuletzt. Daraus erklärt es sich auch, dass die Rasseneigenschaften, die ja bei Haustieren erst unter Zuthun des Menschen entstanden, spät erscheinen und an jungen Tieren noch nicht wahrnehmbar sind.

VI. Die väterliche Infektion oder Telegonie.

Wir berühren damit das Gebiet von zweifelhaften Vererbungserscheinungen. Es herrscht nämlich bei vielen Tierzüchtern der Glaube, dass die erste Befruchtung eines weiblichen Tieres von entscheidender Bedeutung, indem eine Nachwirkung auch dann noch fühlbar werde, wenn später ein ganz anderes männliches Tier mit jenem Nachkommen erzeuge; letztere sollen noch Merkmale des früheren Vatertieres erhalten.

Es würde demnach das weibliche Zuchttier bei der ersten Befruchtung dauernd beeinflusst, sozusagen imprägniert und dieser Einfluss auch bei späteren Zeugungen hervortreten. Diese Meinung ist besonders in England so verbreitet, dass erfahrene Züchter mit peinlicher Sorgfalt darauf achten, dass bei der erstmaligen Befruchtung nur ein edles Vatertier zugelassen wird, um das weibliche Zuchttier auf die Dauer günstig zu beeinflussen, denn im entgegengesetzten Falle würde bei einer folgenden Zeugung dasselbe auch mit einem rassereinen Männchen doch nur ein verdorbenes Zuchtresultat hervorbringen. Auch bei uns auf dem Kontinent ist dieser Aberglaube noch tief eingewurzelt und immer wieder erhalte ich Anfragen, ob die väterliche Infektion wissenschaftlich begründet werden könne.

In Deutschland sind die berufensten Autoritäten mit Recht gegen diese haltlose Theorie aufgetreten. Settegast z. B. bezeichnet ihren Wert mit folgenden Worten: »Aberglauben und Leichtgläubigkeit haben sich von jeher des Gebietes der Zeugung und Vererbung bemächtigt, um durch fabelhafte Vorstellungen das zu ersetzen, was die Wissenschaft bisher noch unerklärt gelassen hat. Eine Sucht nach Wunderbarem macht sich in der Lehre der Züchtung besonders in den Fällen bemerkbar, wo die bisherigen Ermittelungen der Physiologie nicht ausreichend gewesen sind, der Phantasie ihr Halt zuzurufen. Die letztere arbeitet dann unablässig fort und kommt wohl so weit, durch Zurechtlegen einiger unverbürgter oder halbverbürgter Nachrichten eine Theorie aufzubauen. Solchen Bemühungen haben wir auch die sogenannte »Infektions-Theorie« zu verdanken.«

Man wird bei kritischer Prüfung der vorgebrachten »Thatsachen« diesen Worten nur zustimmen können.

Der bekannteste und in der Litteratur oft angeführte Fall betrifft eine Stute des Lord Morton. Dieser berichtet darüber in einem Briefe vom 23. November 1820 der »Royal Society« folgendes:

»Ich liess den Quaggahengst eine junge kastanienbraune Stute, nahezu Vollblut und noch nie zur Nachzucht benutzt, belegen; das Ergebnis war ein weiblicher Bastard, der jetzt fünf Jahre alt ist und in Form und Farbe sehr ausgesprochene Anzeichen seines gemischten Ursprungs aufweist. Ich schickte später die ersterwähnte Stute zu Sir Gore Ouseley, der sie durch einen sehr schönen arabischen Rapphengst belegen liess. Gestern vormittag sah ich mir die Nachkommenschaft an, ein zwei Jahre altes weibliches und ein ein Jahre altes männliches Füllen. Sie haben Arabercharakter, so ausgesprochen, wie bei $^{15}/_{16}$ arabischem Blut erwartet werden kann, und es sind schöne Exemplare dieser Rasse; aber in ihrer Farbe und im Haar ihrer Mähnen haben sie eine auffallende Ähnlichkeit mit dem Quagga. Die Farbe ist rotbraun, mit dunklerer, der des Quagga mehr oder weniger ähnlichen Zeichnung. Beide sind durch die dunkle Linie ausgezeichnet, die in der Mitte des Rückens verläuft, und durch die dunklen Streifen am Vorderteil des Tieres und am hinteren Teil seiner Beine.«

Der Präsident der Royal Society Dr. Wollaston hat die Tiere ebenfalls gesehen und bezeugt die Richtigkeit der Beschreibung; zum Überfluss sind die Bilder der Füllen im Museum des »College of Surgeous« aufbewahrt. Der Fall ist jedoch nicht beweiskräftig und Settegast erblickt darin mit gutem Grund ein Zusammentreffen zufälliger Umstände, die es mit sich brachten, dass die Pferdefüllen eigentümlich gestreift waren, deren Mutter von einem Quaggahengst einen Bastard gebracht hatte.

Man müsste dann an eine väterliche Infektion glauben, wenn ausser der Streifung noch andere Merkmale des Quagga bezüglich des allgemeinen Körperbaues aufgetreten wären. Lord Morton bemerkt aber in seinem Bericht ausdrücklich, dass dies nicht der Fall war, sondern die gesamte körperliche Erscheinung $^{15}/_{16}$ arabisches Blut erkennen liess.

Wir wissen ja, dass die Streifung als Rückschlag bei Füllen auftritt, deren Mutter niemals einen Quaggahengst gesehen hat; die Streifung verliert sich später.

Es ist daher mit Sicherheit anzunehmen, dass der arabische Rapphengst mit der Stute des Lord Morton auch dann ein gestreiftes Füllen erzeugt hätte, wenn er bei der erstmaligen Paarung verwendet worden wäre.

Es ist auch behauptet worden, dass die Franzosen in Algier Stuten mit dem Zebra gekreuzt haben und dass sie später mit Pferdehengsten Füllen erzeugten, die eine zebraartige Zeichnung erkennen liessen. Bei näherer Nachforschung erwiesen sich diese Nachrichten als unbegründet und man wird gut thun, im allgemeinen solche exotischen Berichte stets mit Zweifel aufzunehmen.

Bei der Maultierzucht hätten längst viele Fälle zur Kenntnis ge-

langen müssen, wenn die Theorie der väterlichen Beeinflussung richtig wäre, allein die darauf gerichteten Nachforschungen bewiesen das Gegen teil.

In mehreren Gestüten lieferten die zur Maultierzucht verwendeten Stuten, wenn sie später mit Pferdehengsten gepaart wurden, nicht etwa Nachkommen mit Maultiercharakter, sondern zum Teil hervorragende Tiere mit reinem Pferdecharakter.

Eine andere Angabe, die wiederum in ihrer Deutung recht fragwürdig erscheint, rührt von D. Gilles her und ist ebenfalls durch Wollaston in den »Philosophical Transactions« mitgeteilt worden. Sie betrifft eine Sau der wohlbekannten schwarz und weissen Essex-Rasse. In dem Bericht heisst es:

»Vor etwa zehn Jahren kreuzte ich sie mit einem wilden Eber von tiefkastanienbrauner Farbe, den ich eben von Hatfield House erhalten hatte und der bald darauf infolge eines unglücklichen Zufalles ertrank. Die Ferkel (es war der erste Wurf der Mutter) hatten in ihrem Aussehen Merkmale der Sau wie des Ebers, aber bei einigen wog die kastanienbraune Färbung des Ebers stark vor. Die Sau wurde später mit einem Eber der Westernschen Zucht (also ihrer eigenen Rasse) gekreuzt. Unter dem darauf erhaltenen Wurf waren einige Ferkel, bei welchen wir mit vieler Verwunderung die Färbung und genaue Zeichnung in dem kastanienbraunen Tone beobachteten, der beim ersten Wurf vorgeherrscht hatte.«

Er fügt ferner hinzu, dass die genannte Rasse sehr rein vererbe und trotz vieljähriger Erfahrung ihm nie das Auftreten kastanienbrauner Färbung bekannt geworden sei.

Nehmen wir einmal an, das Gedächtnis sei dem Gewährsmann vollkommen treu geblieben, so liegt auf der Hand, dass dieser Fall genau das Gegenteil von dem aussagt, was bewiesen werden soll.

Bekanntlich sind die Ferkel wilder Schweine zunächst gestreift, ist die kastanienbraune Färbung beim ersten Wurf ein Erbstück des wilden Ebers, dann müsste sie erst streifig und später kastanienbraun gewesen sein.

Das Gleiche gilt bei den braunen Ferkeln des späteren Wurfes, wenn väterliche Infektion angenommen werden darf. Von streifigen Ferkeln ist aber nirgends die Rede und doch wäre dies ganz sicher erwähnt worden, wenn so etwas hätte beobachtet werden können.

Es handelt sich auch hier wieder um einen Rückschlag in eine frühere kastanienbraune Form der zahmen Rasse.

Herbert Spencer, der neuerdings wieder sehr lebhaft für die väterliche Beeinflussung eingetreten ist, erhielt weitere Beispiele von einem Herrn Fookes, der oft als Preisrichter bei landwirtschaftlichen Ausstellungen fungierte und dieser schreibt ihm unter anderem:

»Ein benachbarter Freund hatte einen sehr wertvollen Dachshund, der unglücklicherweise einen Wurf Junge von einem braunstreifigen Schäferhunde zur Welt brachte. Das nächste Jahr wurde die Hündin von

ihrem Eigentümer zu einem Dachshunde reiner Rasse gebracht, aber die Nachkommenschaft besass eben so viel von dem ersten Vater wie vom zweiten, und als das Tier im nächsten Jahre mit einem anderen Dachshunde zusammengebracht wurde, war das Ergebnis dasselbe.

Die Angaben sind zu ungenau, um auf ihren Wert geprüft werden zu können. Über die Kontrolle nach der Paarung, die vielleicht nicht einmal von Erfolg war, ist nichts ausgesagt, wahrscheinlich hatte die Dachshündin wieder einen herumstreifenden Schäferhund angenommen.

In Amerika wird vielfach geglaubt, dass die Kinder eines weissen Elternpaares die Spuren schwarzen Blutes wiederholt erkennen lassen, wenn die Frau früher Umgang mit einem Neger hatte; die dortigen Mediziner zweifeln nicht an dieser Thatsache und Professor Austin Flint führt sie sogar in seinem Buche über menschliche Physiologie an, allein die Berichte, welche Spencer aus Amerika erhielten, lauten recht unbestimmt.

Merkwürdigerweise zeigte sich noch unlängst Romanes der Infektionslehre nicht ganz abgeneigt, nachdem er in England und Amerika in Fachschriften Besprechungen der Frage veranlasste und durch Korrespondenz mit Züchtern einschlägige Thatsachen erhielt.

Unter hunderten von Fällen, die ihm vorlagen, glaubt er auch nach kritischer Sichtung einzelne als gut beglaubigt aussprechen zu dürfen, nachdem er alle eleminiert, wo oberflächliche Behauptungen, vorgefasste Meinung oder Übertreibung bei der Erinnerung mitgewirkt haben können. Leider giebt er keine genauere Liste, so dass eine Diskussion über den Gegenstand ausgeschlossen bleibt.

Romanes giebt indessen zu, dass die Erscheinung doch verhältnismässig selten vorkommt und nur in ein bis zwei Prozent der beobachteten Fälle vorkommt, während manche Tierzüchter Englands die väterliche Infektion als häufig, sogar als Regel bezeichnen.

Er fügt bei, dass es ihm bei seinen Informationen nicht gelang, das Vorkommen beim Menschen nachzuweisen. Die durch ihn veranlassten Erhebungen von Ärzten in den Südstaaten, wo es oft vorkam, dass zur Zeit der Sklaverei junge Negerinnen ihrem Herrn die ersten, dem schwarzen Ehemann die späteren Kinder brachten, konnten kein anderes Ergebnis liefern, als dass die späteren Kinder eben reines Negerblut besassen. Gegen irgendwelche nachhaltige Beeinflussung durch den ersten Vater sprachen eine Reihe von Gründen.

In erster Linie ist die grosse Seltenheit der diskutierbaren Fälle verdächtig. Würde es sich um ein Naturgesetz handeln, so müssten die Erscheinungen viel häufiger beobachtet worden sein. Die wenigen Thatsachen beruhen auf Zufälligkeiten und werden durch die weitaus überwiegende Zahl negativer Fälle widerlegt. Die Annahme von Romanes, dass der erste Erzeuger mit Wahrscheinlichkeit seine Merkmale den Nachkommen eines zweiten übermitteln werde, wenn jener einer stabilen, vom Muttertier stark verschiedenen Rasse angehöre, ist zu wenig be-

glaubigt und auf die paar Fälle zugeschnitten, die in der Litteratur immer wieder als Beweismittel aufgeführt werden.

Es sind aber auch schwerwiegende physiologische Gründe, die gegen eine väterliche Infektion sprechen.

Wie sollen wir uns den Hergang der Sache erklären?

Es bleibt doch wohl kaum etwas anderes übrig, als zu der äusserst gewagten Hypothese Zuflucht zu nehmen, dass eine grössere Zahl von Samenzellen über die erste Nachkommenschaft hinaus sich in den Geweben des Muttertieres lebenskräftig erhalten habe und bei der zweiten Paarung zur Wirksamkeit gelangten. Es ist aber nicht einzusehen, warum sie gerade warten müssen, bis ein neues Vatertier den Grund zu weiteren Nachkommen legt, es können ja schon vorher befruchtungsfähige Eier gebildet worden sein und da im Falle der im Gewebe lebend erhaltenen Samenelemente diese doch in grosser Zahl da sein müssten, so ist garnichts anderes denkbar, als dass ab und zu auch einmal infolge der väterlichen Beeinflussung Nachkommen ohne Paarung vorkommen. Es giebt aber in der Tierzucht keinen einzigen Fall, wo so etwas je beobachtet werden konnte.

Soweit die Erfahrungen bei unseren Haussäugetieren reichen, gehen die Samenelemente schon nach kurzer Zeit (d. h. nach 16—24 Stunden) zu grunde und nur ausnahmsweise dürfte sich ihre Lebensfähigkeit über mehrere Tage oder Wochen erstrecken, kaum aber über Monate.

Romanes hat diese Schwierigkeit dadurch zu umgehen gesucht, dass er annahm, dass mit der Zersetzung der Samenzellen nicht notwendig auch das in ihnen enthaltene Keimplasma zu grunde gehen müsse, es können sich vielmehr einzelne Elementarbestandteile der vererbenden Substanz erhalten, beim Zerfall der Samenzellen massenhaft austreten und die Oberfläche der Eierstöcke in schlummerndem Zustande bedecken. Wenn später Eier zur Reife gelangen und der Follikel an der Oberfläche zerreisst, sei es recht gut möglich, dass solche anhaftende, schlummernde Keimplasmateilchen des früheren Erzeugers durch die Poren ins Ei eindringen, um ihre erblichen Anlagen zur Entfaltung zu bringen.

Das klingt in der Theorie sehr verführerisch, aber erstlich hat bisher noch kein Mensch solches Keimplasma auf den Eierstöcken nachgewiesen, was ja mit Hilfe von Färbemethoden nicht allzu schwer sein müsste, und zweitens wissen wir ja, dass bei der Befruchtung ein sehr sinnreicher Mechanismus in der Zelle in Wirksamkeit tritt, in welchen sich die zerfallenen Keimplasmateilchen ja garnicht einfügen können.

VII. Die Frage der Geschlechtsbestimmung bei unseren Haustieren.

Bei allen unseren domestizierten Tieren herrscht eine Trennung der Geschlechter und wir sehen daher neben der Ausgestaltung der allgemeinen Körperverhältnisse während des embryonalen Aufbaues und der Entwicklung nach der Fötalzeit noch eine Formgestaltung nebenherlaufen, welche zur Differenzierung der beiden Geschlechter führt. Die ganz konstant auftretenden Unterschiede sind zunächst primärer Natur, soweit sie die im Innern geborgenen Fortpflanzungsorgane betreffen; daneben giebt es auch sekundäre Geschlechtsunterschiede, welche in den äusseren Körperverhältnissen auftreten und sich streng vererben. Dem Praktiker sind sie zu bekannt, als dass sie hier speziell aufgeführt werden müssten. Die sekundären Geschlechtscharaktere sind nur indirekt bei der Fortpflanzungsthätigkeit beteiligt, sei es, dass sie bei der geschlechtlichen Konkurrenz eine Überlegenheit über andere Individuen sichern wie z. B. das starke Gehörn und die kräftigere Muskulatur des Nackens beim Stier; sei es, dass sie die erste Ernährung nach der Geburt vermitteln, wie die Milchdrüsen der weiblichen Haussäugetiere.

Alle diese Dinge sind ein Erbstück aus dem früheren Wildleben, das in den Hausstand herübergenommen wurde, hier auch in einzelnen Fällen züchterischen Modifikationen unterworfen wurde.

Die Geschlechtsbestimmung muss ihre bestimmten Ursachen haben und für den Züchter müsste es naturgemäss von hoher praktischer Bedeutung sein, dieselben zu kennen. Es wäre für ihn äusserst vorteilhaft, wenn er je nach den momentanen wirtschaftlichen Vorteilen bald das eine, bald das andere Geschlecht bei der Nachzucht mit einiger Sicherheit erzielen könnte und es ist daher ganz naturgemäss, dass man von jeher diesem Punkte Aufmerksamkeit schenkte.

So viel ist sicher, dass in der Natur nicht der blinde Zufall die Geschlechter bestimmt. Die bisher gemachten Erhebungen stellen es vielmehr ausser Zweifel, dass die Verteilung der Geschlechter in gesetzmässiger Weise reguliert wird und somit bei der Bestimmung des Geschlechtes auch ganz gesetzmässig und immer wiederkehrende Ursachen obwalten.

Deren Wirkung ist natürlich, wie bei jeder anderen Naturerscheinung, der naturwissenschaftlichen Forschung zugänglich, ihre Erkenntnis kann somit nur eine Frage der Zeit sein.

Wenn wir die Grundsätze durchgehen, welche die Wissenschaft im Laufe der Zeit aufgestellt hat, so erscheinen sie uns heute recht naiv. Meinten doch die Gelehrten des Altertums, wie uns Aristoteles in seinem Werke über die Zeugung der Tiere berichtet, dass das männliche Tier das Geschlecht bestimme und zwar schon bei der Befruchtung, indem das Männchen aus dem Inhalt des rechten Hodens, das Weibchen dagegen aus dem Inhalt des linken Hodens hervorgehe.

Auch viele neuere Theorien leiden an dem gemeinsamen Fehler, dass sie viel zu einseitig sind. Manche unter ihnen erscheinen durch ihre Einfachheit bestechend und sie hatten, was ungemein zu ihrer Verbreitung beitrug und Beifall sicherte, vereinzelte glückliche Erfolge zu verzeichnen.

Sie versagten aber sehr bald, wenn die Versuchsreihen ausgedehnter wurden.

Die Sache liegt hier überhaupt nicht so einfach, dass der Tierzüchter gleichsam nach einem einzigen Rezept arbeiten kann. Hätte man es bei der Bestimmung des Geschlechtes überhaupt nur mit einer einzigen Ursache zu thun, so hätte diese wohl längst gefunden werden müssen.

Soll man ein Bild gebrauchen, so wird der Praktiker, welcher dem Zuchtresultate ein bestimmtes Geschlecht vorschreiben will, etwa dem Chemiker zu vergleichen sein, welcher eine von ihm gewünschte Substanz in reinem Zustande nur auf vielen Umwegen und durch eine Reihe verschiedenartiger Prozesse herstellen muss.

Es mag eine Zeit kommen, da die experimentierende Physiologie die Momente der Geschlechtsbestimmung ebenso genau kennt wie der Chemiker die Vorgänge, welche bei einer chemischen Reaktion eintreten. Bis dahin sind aber noch weitere Versuchsreihen notwendig und die Tierzüchter sind am ehesten in der Lage, durch sorgfältige statistische Erhebungen zur Lösung der noch obschwebenden Frage beizutragen. Der Vorgang der Befruchtung und der Gang der späteren Entwicklung wurde bereits in den Hauptzügen dargelegt. Die Frage der Geschlechtsbestimmung konnte erst dann aufgeworfen werden, nachdem man über diese Punkte Klarheit erlangt hatte.

So lange man der Präformationslehre huldigte, die annahm, dass schon bei der Befruchtung alle Teile im wesentlichen vorgebildet seien, wie im vorigen Jahrhundert besonders Haller und Bonnet lehrten, da war auch die Frage der Geschlechtsbestimmung bereits erledigt. Die spätere Lehre der Epigenesis, die nach und nach siegreich zum Durchbruch kam, wies mit Entschiedenheit die Annahme eines schon im Anfang in der Hauptsache vorgebildeten Keimes zurück.

Organe sind zunächst gar keine vorhanden, sondern nur gleichartige Bildungszellen als Folge der Eifurchung. Diese embryonalen Zellen

lassen zunächst die Keimblätter hervorgehen, aus denen sich die einzelnen Organe aufbauen.

Der Keim kann also im Anfang noch kein bestimmtes, irgendwie sichtbares Geschlecht besitzen. Später tritt insofern ein eigentümliches Verhältnis ein, als bei unseren Haustieren die Anlage der Geschlechtsorgane eine zwitterige ist, aus ihr kann also unter Umständen ein weiblicher oder ein männlicher Geschlechtsapparat hervorgehen, je nach der Entwicklungsrichtung, die später eingeschlagen wird. Spuren dieser zwitterigen Anlage erhalten sich bekanntlich noch im fertigen Organ.

Logisch genommen sind also mit Rücksicht auf die Frage nach der Geschlechtsbestimmung drei Fälle denkbar:

1) Die Geschlechtsbestimmung ist schon in definitiver Weise vom Zeitpunkte der Befruchtung an gegeben.

2) Die anfängliche Richtung ist bei der Befruchtung noch unbestimmt, das Geschlecht wird erst später d. h. während des Keimlebens bestimmt.

3) Die vorläufige Richtung, in welcher sich das Geschlecht ausbilden soll, ist schon bei der Befruchtung gegeben, kann aber, da die Anlage eine zwitterige ist, spätere noch eine Abänderung erfahren.

Alle diese drei Möglichkeiten haben bisher ihre Vertreter gefunden, aber nur eine kann der Wirklichkeit entsprechen, sofern eine allgemeine Regel besteht und es ist Sache der umsichtigen Beobachtung und der statistischen Erhebung, zu entscheiden, welche von den drei Möglichkeiten zutrifft.

a) Geschlechtsbestimmende Faktoren vor der Befruchtung.

Wir prüfen zunächst diejenigen Theorien, welche von der Annahme ausgehen, dass die definitive Bestimmung des Geschlechtes bereits bei der Befruchtung erfolge.

Am bekanntesten ist die Theorie des Genfer Gelehrten M. Thury, welche in der Aufsehen erregenden Schrift: »Mémoire sur la production des sexes« im Jahre 1863 veröffentlicht wurde und in Anbetracht ihres merkwürdigen Inhaltes kurz nachher auch ins Deutsche übersetzt wurde.

M. Thury geht von gewissen Erscheinungen diöcischer Pflanzen, wie Melonen und Gurken aus. Nach den Erfahrungen von Knight begünstigt hier die Wärme die Erzeugung von männlichen Blüten und er suchte diese Thatsache zu verallgemeinern. Er schloss nämlich, dass die Wärme eine vollständigere Verarbeitung der Säfte und demnach auch eine vollendetere Reifung der Organe bewirke. Die Erzeugung des männlichen Geschlechtes schien ihm einer weiter fortgeschrittenen Reifung zu entsprechen. Auch getrennt geschlechtliche Blüten waren ursprünglich zwitterig und es ist die Eingeschlechtlichkeit nur durch Verkümmerung des anderen Geschlechtes erworben.

Auf die Tierwelt übertragen, müssten Eier, die noch mangelhaft ausgereift sind, bei den Säugetieren also vom frühesten Zeitpunkt der

Lösung an im Beginne der Brunst befruchtet werden, weibliche Tiere liefern. Wird den Eiern dagegen mehr Zeit zur Ausreifung gelassen, werden sie etwa erst gegen das Ende der Brunst befruchtet, so ist ein männlicher Nachkomme vorauszusehen. Thury gab dem waadtländischen Domäneverwalter Georg Cornaz in Montet die nötigen Anweisungen, um seine Theorie an Kühen zu erproben.

Der Erfolg bestätigte vollkommen die Theorie, wobei aber eben nicht ausgeschlossen blieb, dass ein merkwürdig glücklicher Zufall stets das vorausgesagte Resultat bestätigte.

Der denkwürdige Bericht über die Versuche, die seinerzeit so grosses Aufsehen verursachten, ist in einer Erklärung niedergelegt, die wir hier wörtlich folgen lassen:

»Ich, George Cornaz, Verwalter der Domäne meines verstorbenen Vaters, M. A. Cornaz, Vorsitzender der Société d'agriculture de la Suisse romande, zu Montet, Canton Waadt, Schweiz, bescheinige hiermit, von Herrn M. Thury, Professor an der Akademie in Genf, unter dem 18. Februar 1861 vertrauliche Mitteilungen erhalten zu haben, deren Gegenstand eine experimentelle Prüfung des Gesetzes bildete, welches die Erzeugung der Geschlechter bei den Tieren beherrscht.

Ich habe von den mir von Herrn Thury gegebenen Mitteilungen bei meiner Herde Gebrauch gemacht und ich habe durchweg, ohne einen Fehlgriff, alle die erwarteten Ergebnisse erhalten.

Zuerst suchte ich in 22 aufeinanderfolgenden Fällen Kuhkälber zu erhalten; meine Kühe waren von Schwyzer Rasse und mein Stier ein Durham-Vollblut; die jungen Kühe waren von den Züchtern gesucht, und die Stiere waren nur zum Schlachten verkäuflich, ich erhielt den gewünschten Erfolg in allen Fällen.

Als ich später eine Durham-Vollblut-Kuh gekauft hatte, war es mir wichtig, von ihr einen neuen Stier zu erhalten, zum Ersatz für den, welchen ich mit grossen Kosten gekauft hatte, ohne den Zufall einer männlichen Geburt abwarten zu müssen.

Ich liess nach den Vorschriften des Herrn Professor Thury handeln und der Erfolg bekräftigte aufs neue die Richtigkeit des Verfahrens, welches mir mitgeteilt worden war, eines Verfahrens, dessen Anwendung eine direkte und sehr leichte ist.

Ausser meinem Durham-Stier erhielt ich 6 weitere Stiere von Durham-Schwyzer Kreuzung, welche ich zur Arbeit bestimmte; indem ich Kühe gleicher Grösse und Farbe nahm, erhielt ich sehr hübsch gepaarte Ochsengespanne. Meine Herde besteht aus 40 Kühen jeden Alters.

Alles in allem machte ich nach dem neuen Verfahren 29 Versuche und alle gaben das gewünschte Erzeugnis, männlich oder weiblich; ich hatte in keinem Falle ein verfehltes Resultat. Alle Versuche wurden von mir selbst angestellt, ohne Einmischung einer andern Person.

Infolge dessen kann ich erklären, dass ich die Methode des Herrn Professor Thury als reell und ganz sicher betrachte, indem ich wünsche, dass er bald imstande sein möge, alle Viehzüchter und Ackerbauer

gemeinsam von einer Entdeckung Vorteil ziehen zu lassen, die den Betrieb der Viehzucht auf neue Grundlage bringen wird. (10. Februar 1863.)«

Leider fehlen detailliertere Angaben über die Ernährungsverhältnisse der zur Zucht verwendeten Tiere, über die frühere geschlechtliche Beanspruchung u. s. w.

Die Theorie wurde vielfach geprüft, so auf den landwirtschaftlichen Akademien zu Proskau und Eldena. An ersterer wurden Kühe belegt, sobald man deren Brünstigkeit beobachtete und man hätte daher durchweg Kuhkälber erwarten sollen, erhielt aber fünf Kuhkälber und fünf Stierkälber.

In dem Friedrich-Wilhelms-Gestüt suchte man von 20 Stuten nach der Thuryschen Methode Stutenfohlen zu züchten, erhielt aber nur zur Hälfte solche, die übrigen waren Hengstfohlen. Günstigere Resultate wurden später in Eldena erzielt, wo neun Kühe, die sofort nach Eintritt der Brunst belegt wurden, neun Kuh- und zwei Stierkälber zur Welt brachten. Touchon in Hohenau erzielte wiederum an elf Kälbern und zwei Fohlen das erwartete Geschlecht, so dass das Alter des Eies doch wohl mit ein Faktor ist, der das Geschlecht bestimmt; aber es kommen noch andere Faktoren hinzu, wie es aus den negativen Versuchsergebnissen geschlossen werden muss.

Ein anderes Verfahren, das Geschlecht von Anfang an zu bestimmen, machte im Beginn der achtziger Jahre in tierzüchterischen Kreisen viel von sich reden. Dasselbe stammt von dem amerikanischen Farmer Fiquet zu Housten in Texas. Er geht von der in den amerikanischen Prairien häufig beobachteten Erscheinung aus, dass ein überaus angestrengter Stier vorzugsweise Stierkälber erzeugt, während in Herden, die viele Stiere enthalten, die Kuhkälber an Zahl überwiegen.

Fiquet suchte nun die Zuchttiere durch geeignete Ernährung in eine Verfassung zu bringen, dass ihre Geschlechtsthätigkeit entweder heraufgestimmt oder herabgestimmt wird. Letzteres wird durch kärgliche und schlechte Fütterung erreicht, das erstere dagegen durch reichliche Fütterung.

Soll eine männliche Nachzucht erzielt werden, so wird dies so erreicht, dass ein möglich herabgestimmter Stier mit einer vorher gut gefütterten Kuh gepaart wird, während zur Erzielung einer weiblichen Nachzucht ein durch gute Haltung springlustiger Stier mit einer dürftig ernährten Kuh zusammen gebracht wird.

In etwa 30 Fällen hat der genannte Züchter bestätigende Ergebnisse erhalten.

Es ist klar, dass in der Praxis das Verfahren etwas umständlich ist und möglicherweise wirkt die veränderte Ernährungsweise nicht immer günstig auf die Konstitution der Tiere.

Wir kommen später auf die Sache zurück. Ist diese Züchtungstheorie auch einseitig, so enthält sie doch ein Element, das aus allgemein wissenschaftlichen Gründen Beachtung verdient.

Von denjenigen Autoren, welche der zweiten Annahme huldigen, dass das Geschlecht nicht bei der Befruchtung bestimmt werde, sondern erst nachher, ist namentlich Ploss hervorzuheben. Nach ihm bestimmt die spätere Ernährung das Geschlecht und die Rolle hierbei käme also lediglich dem Muttertiere zu.

Die Thatsachen lassen es allerdings als wahrscheinlich annehmen, dass eine vorläufige Tendenz in der Ausbildung des Geschlechts vorhanden sein kann, aber durch Ernährung abgeändert wird. Reichliche Ernährung während der Tragezeit begünstigt die Entstehung des weiblichen Geschlechtes, mangelhafte Nahrung dagegen die Ausbildung des männlichen.

Die ganze Frage ist aber sehr verwickelt, und um eine wissenschaftlich sichere Grundlage zu gewinnen, darf man sich nicht allein auf unsere Haustiere beschränken. Es muss weiter ausgeholt werden und ein möglichst reiches Material mit zur Verwertung kommen.

Die Grösse der Aufgabe hat aber die meisten Forscher abgeschreckt und erst vor einem Jahrzehnt haben wir von Dr. Carl Düsing eine umfangreiche Untersuchung erhalten, welche durch die Neuheit der Gesichtspunkte bemerkenswert ist und auf der breitesten Basis von Thatsachen aufbaut.

Düsing geht, und hierin müssen wir einen sehr glücklichen methodischen Griff erblicken, von dem Zahlenverhältnis der beiden Geschlechter einer Art aus.

Aus den statistischen Erhebungen geht hervor, dass das Verhältnis der Männchen zur Zahl der Weibchen nicht dem blinden Zufall anheim gegeben ist, sondern konstant ist.

Für unser Pferd bestehen folgende Angaben bezüglich der Geburten:

	Männchen	Weibchen	Zahl der Männchen auf 100 Weibchen
In dem Gestüt zu Chiavasso (Piemont)	905	1 016	89,1
In dem Gestüt zu Marbach	145	158	91,8
In den Hof- und Militärgestüten von Österreich	9 978	10 664	92,79
In den Landgestüten von Österreich	14 564	15 419	94,4
In den preussischen Landgestüten .	26 088	26 679	97,78
In den englischen Gestüten	12 763	12 797	99,7

Wie aus die Zahlen zu ersehen ist, schwanken die Mittelwerte, aber alle stimmen darin überein, dass beim Pferd die Zahl der weiblichen Geburten diejenigen des männlichen übertrifft.

Düsing hat auf Grund statistischer Erhebungen, die er den Abfohlungstabellen der preussischen Gestüte entnahm, auf Grund von 700 000 Geburten das Verhältnis der Geschlechter (Männchen und Weibchen) von 98 : 100 bestimmt.

Beim Schaf überwiegen die männlichen Lämmer um ein geringes (50,07 pCt.).

Da im grossen und ganzen die Verhältnisszahl für jede Art beständig bleibt, so werden offenbar vereinzelte Störungen stets wieder ausgeglichen.

Man nehme für einen Augenblick an, dass auf einem bestimmten Gebiete bei irgend einer Art, z. B. beim Pferd, das Verhältnis derart verschoben wird, dass die männlichen Tiere immer mehr zurückgehen, so ist klar, dass ein Zeitpunkt eintreten muss, wo auf 100 Stuten nur noch ein Hengst vorkommt. Dieses Verhältnis ist für den Bestand der Herde sehr ungünstig.

In einem Herdenbestand von 101 Pferden braucht alsdann Alter oder Krankheit den einzigen Hengst hinzuraffen, so ist, wenn männliche Nachkommenschaft fehlt, der ganze Bestand gefährdet. Genau dasselbe kann im umgekehrten Falle eintreten, wenn das Verhältnis der Männchen zum Weibchen schliesslich 100 : 1 würde.

Das sind natürlich nur hypothetische Fälle, an denen man, weil sie eben nicht eintreten, sondern stets verhindert werden, entnehmen kann, dass in der Natur eine korrigierende Einrichtung vorhanden ist.

Tierarten mit getrenntem Geschlecht, somit auch alle Haustiere, besitzen die nützliche Eigenschaft, eine »Regulierung des Geschlechtsverhältnisses« vornehmen zu können, indem sie eben immer wieder Nachkommen von demjenigen Geschlecht hervorbringen, an welchem gerade Mangel ist.

Den extremsten Fall bietet unsere Honigbiene dar. Kann nämlich die Königin aus irgend einem Grunde vom Männchen nicht mehr befruchtet werden, so wird sie drohnenbrütig, d. h. sie erzeugt nur Männchen.

Ist nun irgendwo das normale Verhältnis der Geschlechter stark gestört, so folgt daraus naturgemäs eine stärkere Beanspruchung desjenigen Geschlechtes, das an Zahl vermindert erscheint. Wenn in einem Zuchtbestande von 200 Rindern nur 1 Stier vorhanden ist, so wird dieser stärker beansprucht, als wenn schon auf 50 Kühe 1 Stier kommt.

Der Theorie entsprechend müssen im ersten Falle Stierkälber häufiger geworfen werden als in letzterem.

Aus den Abfohlungstabellen der preussischen Gestüte ergiebt sich, gestützt auf etwa 700 000 Fälle, dass Hengste, welche 20—50 Stuten gedeckt haben, also in der Hauptzeit ihrer Fortpflanzungsthätigkeit sind, einen beständigen Überschuss an weiblichen Fohlen erzeugen; von der Beschälung Nr. 55—70 überwiegen dagegen die männlichen Fohlen.

Zahl der gedeckten Stuten	Verhältnis der männlichen zu den weiblichen Fohlen
20—34	97,35 : 100
35—39	95,44 : 100
40—44	96,71 : 100
45—49	96,39 : 100
50—54	98,18 : 100
55—59	100,49 : 100
60—70	101,22 : 100

Janke teilt mit, dass kräftige Beschälhengste, so oft sie morgens decken, vorwiegend Stutenfohlen erzeugen, wenn sie aber im Laufe des Tages zum zweiten Mal decken, gewöhnlich Hengstfohlen hervorbringen.

Dem gleichen Beobachter ergiebt sich aus dem Sprungregister der Stammschäfereien, dass im Anfang der Sprungzeit, wo die Böcke sehr springlustig zu sein pflegen, vorwiegend Mutterlämmer erzeugt werden, wie sich aus den ersten Geburten ergiebt, gegen das Ende der Sprungzeit, wenn die Potenz der Widder nachgelassen hat, überwiegt, wie man aus den späten Geburten entnehmen kann, die Zahl der Bocklämmer.

In einer Schäferei, in welcher ein kräftiger Merino-Widder für die Nachzucht stark beansprucht wurde, wurden 50 Bocklämmer und 22 Schaflämmer erhalten, während wie früher schon bemerkt wurde, von beiden Geschlechtern ungefähr gleichviel Individuen fallen.

Obigem widersprechen zwar die Angaben von Martegoute, welcher in den Schäfereien zu Bianc (Haute Garonne) festgestellt haben will, dass im Anfang der Sprungperiode mehr Bocklämmer und in der unmittelbar darauf folgenden Periode der stärkeren Beanspruchung mehr Mutterlämmer entstehen, dagegen sind sie vielleicht nicht einwandfrei, indem van der Bosch auf Grund von zehnjährigen Beobachtungen in seiner Schäferei festgestellt hat, dass in den aufeinander folgenden Sprungperioden der Prozentsatz der männlichen Individuen fortwährend zunimmt.

Es giebt indessen noch indirekte Ursachen, welche an Bedeutung der verschiedenartigen Beanspruchung gleichkommen und daher auf das Geschlecht influieren können. Dazu gehört zunächst die

b) Mangelhafte Ernährung.

Die Fortpflanzungsthätigkeit gehört ihrem Wesen nach in den Kreis der Wachsthumserscheinungen; sie ist ein Wachsthum über das individuelle Mass hinaus und daher in letzter Instanz von der Ernährung abhängig.

In der That sehen wir auch bei manchen niederen Geschöpfen, dass sie ihre Fortpflanzung einstellen, sobald es an Nahrung gebricht.

Wird daher irgend ein Zuchttier schlecht ernährt, so beeinflusst dies die Zeugungssphäre und unter gleichbleibenden Anforderungen an diese sinkt die Leistungsfähigkeit herab. Ein schlecht genährtes Tier befindet sich unter den gleichen Bedingungen, wie ein normal genährtes, aber geschlechtlich stark beanspruchtes Tier.

Hier ist nun der Ort, um wieder auf die Fiquetschen Versuche zurückzukommen. Er fand, dass, wenn eine gut gefütterte Kuh mit einem schlecht genährten Stier gepaart wird, ein Stierkalb zu erwarten sei und umgekehrt.

Praktisch lässt sich dies ja ausführen, wenn die Sache auch etwas umständlich ist.

Eine rindernde Kuh braucht einfach vom Stier getrennt zu bleiben und wird nun passend ernährt, bis etwa nach drei Wochen sie zum zweiten mal rindert, in der gleichen Zeit wird der Stier in entgegengesetzter Weise gefüttert.

Der obengenannte Farmer ging sogar noch weiter und vereinigte die Wirkung der schlechten Ernährung mit derjenigen der starken Beanspruchung. Um ein Kuhkalb zu erhalten, wurde die Kuh auf schlechter Weide genährt und mit einem früheren Sprungtiere zusammen gebracht, dessen geschlechtliche Kraft möglichst herabgestimmt wurde. Beim zweiten Rindern wurde ein Stier zur Paarung benutzt, dem bei guter Fütterung längere Zeit keine Gelegenheit zur Befriedigung seiner Springlust geboten wurde. Zur Erzeugung eines Stierkalbes liess er dagegen vorher den Zuchtstier möglichst viele Kühe bespringen.

Wenn auch der richtige Gedanke, der diesem Verfahren zu Grunde liegt, nicht geleugnet werden kann, sogar vom physiologischen Standpunkte aus als zutreffend bezeichnet werden muss, so leidet er doch an dem Fehler, dass er überhaupt nur ein einziges Moment bei der Geschlechtsbestimmung als wirksam annimmt. Einen weiteren Einfluss auf die anfängliche Richtung des Geschlechtes hat offenbar

c) Das relative Alter der beiden Erzeuger.

Das Geschlechtsleben ist in den verschiedenen Altersperioden einem Wechsel in der Energie unterworfen. Es beginnt in einem gewissen Alter, dasselbe steuert dem Maximum seiner Energie zu, um mit zunehmendem Alter abzunehmen.

Ein Zuchttier, welches auf der Höhe seiner geschlechtlichen Leistungsfähigkeit angekommen ist, wird also am wenigsten disponiert sein, sein eigenes Geschlecht zu erzeugen, weil es sich alsdann gewissermassen unter denselben Bedingungen befindet wie ein wenig beanspruchtes, oder wie ein gut genährtes Tier.

Nach dem bekannten Hofacker-Sadlerschen Gesetz, das auf Grund statistischer Erhebungen beim Menschen schon vor langer Zeit aufgefunden wurde, ist der Überschuss an männlichen Nachkommen um so grösser, je mehr der väterlicher Erzeuger die mütterliche Seite an Alter übertrifft und umgekehrt.

Dieses Gesetz ist auch für unsere Haustiere bestätigt worden.

Die Statistik hat nach Göhlert beim Pferde ergeben, dass ein relativ höheres Alter des Hengstes einen Überschuss an männlichen Fohlen bedingt. Die Beobachtungsreihe erstreckt sich über 1785 Fohlen und das Verhältnis der Geburten lässt sich in folgenden Zahlen ausdrücken:

	Männliche Fohlen		Weibliche Fohlen
Stute unter, Hengste über 10 Jahre	212		189
Beide unter oder über 10 Jahre	481		547
Hengste unter, Stuten über 10 Jahre	162		194
Summa aller Geburten 1785 oder	855	und	930.

Nasse, der bei Schafen ein Verhältnis der Geschlechter angiebt, das nahezu 1 : 1 beträgt, nahm Paarungen auf der niederländischen Insel Zeeland vor und fand, dass die Zahl der geworfenen Bocklämmer stieg, wenn das männliche Tier ein Jahr älter war als das Mutterschaf und die Zahl der männlichen Lämmer sank, wenn die Mutterschafe älter als die Widder waren.

Es liegen bei Schafen noch weitere Angaben von französischen Züchtern vor, doch sind die Versuche nicht als ganz reine anzusehen, weil neben der Altersdifferenz gleichzeitig Unterschiede in der Ernährung mit von Einfluss waren.

Wilkens bestätigt auf Grund seiner Beobachtungen in den Schäfereien zu Pogarith die Richtigkeit des Hofacker-Sadlerschen Gesetzes.

Eine besondere Berücksichtigung verdienen die Erstgeburten. Es ist klar, dass ein weibliches Zuchttier, das zum ersten Male befruchtet wird, sich in dem Zustande der geringsten geschlechtlichen Beanspruchung findet und daher ein starker Überschuss von männlichen Nachkommen bei der Erstgeburt zu erwarten ist.

Wilkens stellte für 1462 Geburten das Verhältnis männlicher und weiblicher Kälber als 117,9 : 100 fest, aber unter 124 Erstgeburten befanden sich 78 männliche und 46 weibliche Kälber, das Verhältnis hat also in 170 : 100 abgeändert.

Fassen wir das Bisherige zusammen, so ergiebt sich, dass bei der Bestimmung des Geschlechtes schon von Anfang an verschiedenartige Faktoren mitwirken, welche indessen alle von einem gemeinsamen physiologischen Gesichtspunkte aus beurteilt werden können.

Dass eine Regulierung des Verhältnisses des Geschlechtes eintreten muss, ergiebt sich schon aus der allgemeinen Thatsache, dass das Verhältnis der männlichen und weiblichen Individuen ein beständiges ist. Das Regulierungsvermögen ist eine nützliche Eigenschaft, welche natürlich nicht erst im Hausstande erworben wurde, sondern schon früher vorhanden war. Dasselbe ist naturnotwendig, wenn der Bestand einer Art auf die Dauer gesichert sein soll. Eine einseitige Verschiebung zu Gunsten eines bestimmten Geschlechtes hat notwendig eine stärkere Beanspruchung des andern zur Folge, ein Ausgleich kann also nur wieder eintreten, wenn das stärker beanspruchte sein eigenes erzeugt. Verschieden starke Beanspruchung hat auch eine verschiedenartige Ausreifung der Geschlechtszellen zur Folge und so wird auch diese massgebend. Äquivalente Ursachen bei der Geschlechtsbestimmung bilden Ernährungsverhältnisse vor der Zeugung und das relative Alter der beiden elterlichen Tiere.

d) Einflüsse während der Entwicklung.

Zahlreiche Beobachtungen aus dem Entwicklungsleben verschiedener tierischer Organismen lassen den Schluss zu, dass die Ernährungsverhältnisse während der Organbildung von unverkennbarem Einfluss auf die Ausbildung der Geschlechter werden können.

Bei unseren wichtigsten domestizierten Geschöpfen, den Haussäugetieren, gewinnt dieser Moment eine erhöhte Bedeutung, indem einmal während einer längeren Tragzeit die Abhängigkeit des Fötus vom mütterlichen Organismus eine sehr innige ist, sodann die erste Anlage der Geschlechtsorgane eine zwittrige ist, also eine definitive Entscheidung bei der Geschlechtsbestimmung im Anfang morphologisch noch nicht ausgeprägt ist.

In der Geschlechtsthätigkeit hat hier eine Arbeitsteilung in dem Sinne stattgefunden, dass das Männchen nach der Befruchtung gar keinen Anteil an der Ernährung der Frucht nimmt, sondern diese ausschliesslich dem Weibchen überlassen bleibt; dasselbe liefert bei unseren Säugern durch den Aderkuchen hindurch fortwährend Material für den Aufbau des Keimes.

Sehen wir uns in der niederen Tierwelt um, so liegen Belege vor, dass ein Überwiegen der Männchen in ursächlichem Zusammenhang mit der schlechteren Ernährung steht, ein Überschuss an Weibchen dagegen bei reichlicher Ernährung auftritt.

Landois giebt an, dass er auf diesem Wege je nach Belieben aus den Räupchen des Nesselfalters (Vanessa urticae) Männchen oder Weibchen erziehen konnte.

Das Extrem tritt bei den allbekannten Blattläusen auf, welche zur Zeit des Nahrungsüberflusses überhaupt nur Weibchen hervorbringen und erst gegen den Herbst zu, wenn dieser Überfluss abnimmt, wieder Männchen erzeugen. Dasselbe gilt für die Wurzelläuse, z. B. für die allbekannte Reblaus (Phylloxera vastatrix), bei welcher man durch Nahrungsentzug die ausschliessliche Produktion von Weibchen abkürzen und das Auftreten der Geschlechtsgeneration beschleunigen kann.

Indessen sind neben Ernährungsverhältnissen auch Temperatureinflüsse massgebend, wie neuere Versuche an Rädertieren gelehrt haben.

Frösche sind sehr geeignet, um den Einfluss der Ernährung auf die Bildung des Geschlechtes nachzuweisen.

Yung fand bei seinen Experimenten, dass die rein pflanzlich ernährten Froschlarven zurückbleiben gegenüber den mit Eiweiss und Fleisch ernährten Larven und die letzteren lieferten 70—75 pCt. Weibchen, während sonst eben soviel Weibchen wie Männchen bei normalen Ernährungsverhältnissen entstehen. Es geht letzteres aus den Erhebungen von Pflüger hervor, welcher an erwachsenen Fröschen von verschiedenen Lokalitäten (Bonn, Königsberg, Utrecht) ein Geschlechtsverhältnis von 1 : 1 fand.

Giron beobachtete, dass bei Haustieren die weiblichen Nach-

kommen um so mehr überwiegen, je üppiger die Nahrung ist und umgekehrt bei stärkerer Anstrengung und schlechterer Nahrung mehr männliche Nachkommen auftreten.

Für das Pferd ist nachgewiesen, dass unter den totgeborenen Fohlen mehr männliche als weibliche Individuen vorkommen und man führt diese Erscheinung auf die schlechteren Ernährungsverhältnisse während des Fötallebens zurück.

Beachtenswert sind einige Angaben von Wilkens, welche sich auf 902 Kälbergeburten beziehen.

Er nimmt an, dass eine Milchkuh, welche reichlich Milch giebt, sich in einem schlechteren Ernährungszustande befindet, als eine solche, welche wenig Milch giebt und dass eine magere Kuh ihre Leibesfrucht schlechter ernährt.

Die Geburten wurden nach dem Geschlecht der geworfenen Kälber zusammengestellt und andererseits geordnet nach den Müttern, deren Milchertrag den Durchschnitt des Stalles überschritt, oder unter demselben blieb. »Das Ergebnis dieser Zusammenstellung ist, dass die Kühe, deren Milchertrag über dem Durchschnitt des Stalles stand, 214 weibliche und 269 männliche Kälber (100 : 125,7); die Kühe, deren Milchertrag unter dem Durchschnitt des Stalles stand, 200 weibliche und 219 männliche Kälber (100 : 109,5) brachten. Bei jenen, die ihre Leibesfrucht schlechter ernährten, war also der Überschuss der männlichen Geburten viel grösser. —«

Fasst man alle bisher bekannt gewordenen Erscheinungen zusammen, so ergiebt sich, dass das Geschlecht nicht vererbt werden kann.

»Vererbt wird nur die Art und Weise, wie sich das eine oder das andere Geschlecht ausbildet; aber die Entscheidung darüber, welches Geschlecht sich ausbildet, beruht nicht auf Vererbung, sondern wird durch das Zusammenwirken von äusseren Umständen herbeigeführt« (Düsing). Es bedarf ohne Zweifel noch gründlicher, experimenteller Studien, um einen klareren Einblick in diese Faktoren zu erlangen; abgeschlossen ist diese Frage noch nicht, der kleine Züchter ist auch kaum in der Lage, hinreichendes Material zu beschaffen, wohl aber der Besitzer eines grösseren Viehstandes. Grössere Gestüte und Stammschäfereien können am besten die noch vorhandenen Lücken durch eine rationelle Statistik ausfüllen.

So weit wir die Thatsachen überstehen können, lassen sich die geschlechtsbestimmenden Ursachen in zwei Gruppen bringen:

a) In Einwirkungen bis zum Momente der Befruchtung.

b) In Einwirkungen nach der Befruchtung.

Die unter a) aufgeführten Momente betreffen:

1. Den Grad der geschlechtlichen Beanspruchung.
2. Die Ernährungsverhältnisse in den letzten Wochen der Befruchtung.

3. Das relative Alter der beiden Geschlechter.
4. Die relative Reife der Keimzellen.

Die unter b) aufzuführenden Einwirkungen betreffen hauptsächlich die Ernährungsverhältnisse während des Entwicklungs- oder Fötallebens.

Welche Bedingungen also der Züchter zu erfüllen hat, ergiebt sich aus den gemachten Ausführungen; wo es sich um edle Tiere handelt, dürfte sich die allerdings etwas umständliche Vorbereitung lohnen.

VIII. Überblick über die Gewinnung und Umbildung der Haustiere.

In den bisherigen Kapiteln wurden die allgemeinen Gesetze der Vererbung klarzulegen versucht, werfen wir zum Schluss noch einen Blick auf den Gang der Haustiergewinnung nach örtlichen und zeitlichen Rücksichten, sowie auf den Gang der Rassenbildung.

Dabei muss stets im Auge behalten werden, dass die Vererbungsfähigkeit von neuen und nützlichen Eigenschaften stets das Primäre war, ohne dieselbe wäre ja eine Auslese zwecklos und ein Zuchtresultat unmöglich.

Die züchterische Intelligenz achtet sorgfältig auf solche neue Eigenschaften, die dem wirtschaftlichen Bedürfnisse entsprechen. Die Auslese entscheidet darüber, ob diese vererbt werden sollen oder nicht. Die züchterische Thätigkeit ist also etwas Sekundäres, an den Thatsachen Vererbung vermag sie nichts zu ändern, sie überwacht nur den Gang des Vererbungsprozesses.

Vom allgemeinen ethnischen Standpunkte aus betrachtet, ist die Viehzucht eine ungemein interessante Erscheinung, die für die menschliche Kultur nicht minder bedeutungsvoll war als der Ackerbau.

Sie führt uns die Thatsache vor Augen, dass der Mensch mit Rücksicht auf die Lebensfürsorge in den natürlichen Gang der Entwicklung gewisser freilebender Arten gewaltsam eingreift, diesen nach einer ganz neuen Bahn abdrängt und damit Umgestaltungen hervorruft, welche in der freien Natur nie hätten entstehen können.

Er beansprucht von seinen Haustieren Leistungen, zu welchen diese erst herangezogen werden müssen, dafür verpflichtet er sich allerdings zu Gegenleistungen, er übernimmt ihren Schutz und ihre Pflege. Beide fahren besser, als wenn jeder Teil getrennt seine Existenz zu behaupten suchte.

Den verschiedenen Gebrauchszwecken entsprechend, hat der Mensch sich nicht mit einer Art begnügt, sondern eine erhebliche Zahl von Arten in seinen Hausstand aufgenommen; was die eine nicht leisten konnte, übernahm die andere. Die Nutzungseigenschaften sind bei

einigen in ganz einseitiger Weise ausgebildet worden, so wird vom Pferd fast nur Muskelleistung, vom Schaf vielorts nur Wolle und von der Ziege Milchleistung beansprucht; bei anderen sind die Leistungen nach mehreren Seiten hin ausgebildet worden, wie beim Kamel und beim Rind. Ersteres ist für ausgedehnte Steppengebiete der alten Welt geradezu die Grundlage der menschlichen Wirtschaft geworden, die Kamelhengste werden zur Arbeitsleistung beim Karawanentransport verwendet, die Kamelstuten liefern lediglich Milch und dienen zur Nachzucht, junge Tiere endlich werden nie zur Arbeit verwendet, sondern gemästet und für Fleischnutzung beansprucht.

Weitaus am vielseitigsten sind die Nutzungseigenschaften des Rindes und es erklärt sich daher, dass dieses Geschöpf zu allen Zeiten und auch heute noch bei manchen Völkern einer hohen Verehrung sich erfreut.

Wenn noch vor wenigen Jahrzehnten die Vorgeschichte fast aller Haustiere dunkel war, so ist dies heute nicht mehr der Fall. Die vergleichend-anatomische, urgeschichtliche und ethnologische Forschung hat uns höchst wertvolle Einblicke in den merkwürdigen Kulturprozess der Haustierwerdung eröffnet und lässt uns heute den Weg ziemlich klar überblicken, den unsere wichtigsten Haustiere zurückgelegt, seit sie unter dem Einfluss züchterischer Kunst stehen.

Auf diesem Wege müssen wir notwendigerweise zwei verschiedene Phasen unterscheiden; die überall in analoger Weise zeitlich aufeinanderfolgen:

1. Gewinnung der Haustiere aus dem Wildstande.

2. Umbildung nach bestimmten Nutzungsrichtungen und damit verbundene Rassenbildung.

Fassen wir zunächst die erste Phase ins Auge, so drängt sich uns in erster Linie die Thatsache auf, dass die Kunst der Haustiergewinnung, was übrigens auch in gleicher Weise für die spätere Rassenzüchtung gilt, nicht etwa die Eigentümlichkeit eines bestimmten Kulturkreises oder selbst einer bestimmten Menschenrasse bildet. Diese Kunst ist bei ganz verschiedenen Völkern und an ganz verschiedenen Punkten in der alten wie in der neuen Welt entstanden und geübt worden. Wir können höchstens behaupten, dass nach dieser Richtung einzelne Völker höher begabt waren als andere.

Indessen ist die Begabung für die Haustiergewinnung nicht das einzige Moment, das hier in Frage kommt, denn ebenso wichtig ist der Umstand, ob in der Umgebung des Menschen das für diesen Zweck geeignete Tiermaterial vorhanden ist. Die Not des Lebens ist ja zu gross, als dass die züchterische Intelligenz die Zeit zwecklos an einem beliebigen Geschöpf verschwendet. Schliesslich sind ja doch nur solche Arten aufgenommen worden, welche neben ihrer Ergiebungsfähigkeit eine wirtschaftliche Verwendbarkeit besassen.

Weitaus aus am ergiebigsten war Asien. Dieser Länderkoloss mit im Süden vorgelagerten grossartigen Inselwelt hat so wichtige und so

zahlreiche Haustiere geliefert, dass man einst für fast alle im Hausstande vorkommenden Arten eine asiatische Herkunft annahm. Man hat damit freilich erheblich über das Ziel hinausgeschossen.

Asien weist auf weite Strecken eine Steppenlandschaft mit reichem Graswuchs auf und dieser Umstand drängte naturgemäss zur Viehzucht.

Im Süden erscheint frühzeitig das Schwein, das sich rasch nach dem äussersten Osten, nach China ausbreitete. Es dürfte zuerst von malayischen Völkern gezähmt worden sein und als Stammform ist nach Untersuchungen von Nathusius und Rütimeyer das heute noch wild vorkommende und weit verbreitete Bindenschwein (Sus vittatus) anzusehen. Aus der gleichen Region stammt das Haushuhn, das sich nach und nach über die ganze Erde verbreitete. Der wichtigste in Asien gemachte Erwerb ist das Rind, das als Buckelrind oder Zebu sich nicht allein in einem grossen Teil von Asien, sondern auch in ganz Afrika eingebürgert hat. Wahrscheinlich wurde auch eine buckellose Rasse desselben von Nordafrika nach Europa vorgeschoben, wo sie zuerst im Torfrind erscheint. Es kann heute wohl keinem Zweifel mehr unterliegen, dass der südasiatische Banteng (Bos sondaicus) die Stammform des Zeburindes ist. In derselben Region entstand später der Büffel als Haustier; unter dem Hausgeflügel kam auch der Pfau aus der indischen Heimat zu uns.

Das steppenreiche Hochasien lieferte das Kamel und offenbar auch den orientalischen Zweig der zahmen Pferde. Die Abstammung des letzteren ist gerade in den letzten Jahren viel klarer geworden, indem sich die Angabe von Przewalski unlängst bestätigt hat, das im Innern Hochasiens heute noch ein Wildpferd lebt, das in seinem Bau den orientalischen Pferderassen sehr nahe steht. Jenem Gebiet gehört auch der Grunzochse oder Yak an. Ganz im Norden ist das Rentier als einziger Vertreter der Hirschfamilie in den Hausstand übergetreten. An der Erzeugung des zahmen Hundes, der Ziege und des Schafes dürfte Asien auch Anteil haben, doch lässt sich zur Zeit in dieser schwierigen Frage nicht klar genug sehen. In Westasien und zwar im semitischen Kulturkreise ist die edlere Form des zahmen Esels entstanden, es dürfte derselbe mit zu den ältesten Haustieren gehören, hat aber ausserhalb, wenn wir von Ägypten absehen, nie eine besondere Schätzung erfahren. Dem semitischen Völkerkreise entstammt auch die Haustaube.

Europa hat auf seinem Boden ebenfalls eigene Haustiere herangezogen. Gewisse Landrassen des zahmen Schweines stammen unzweifelhaft vom europäischen Wildschwein ab. Für die langköpfige Formen des Hauspferdes, z. B. für das schwere deutsche Pferd hat Nehring den überzeugenden Nachweis geleistet, dass der Ursprung auf ein diluviales Wildpferd zurückzuführen ist. Bekanntlich hat Westeuropa noch während der Renntierperiode zahlreiche Wildpferde besessen und diese reichten sogar weit in die historische Zeit hinein.

Den schönsten Erwerb hat der Boden Europas im zahmen Rind aufzuweisen, indem die schweren Niederungsrassen und die Steppen-

rinder Nachkommen einer fast nur auf Europa beschränkten gewaltigen Wildrindes sind, nämlich des in historischer Zeit ausgestorbenen Ur (Bos primigenius).

Von zahmen Nagern ist noch das Kaninchen zu nennen.

Ein eigenartiges Verhältnis tritt nun in Afrika entgegen. Der Tierreichtum, besonders hinsichtlich der Säugetiere, ist ein sehr grosser, dennoch ist der Erwerb für den Hausstand ein herzlich unbedeutender; fast alles ist von Asien her entlehnt.

Der ostafrikanische Wildesel (Asinus taeniopus) hat die kleinere Form des zahmen Esels geliefert und im Nilthale ist aus der afrikanischen Falbkatze zuerst die Hauskatze gewonnen worden; auch das Perlhuhn ist afrikanischen Ursprungs, in neuerer Zeit ist der Straus mehr und mehr ein echtes Haustier geworden.

Gar kein Haustier hat Australien geliefert, was es jetzt besitzt, ist eingeführt worden. Daran ist wohl hauptsächlich der Umstand schuld, dass die dort heimische Tierwelt gar kein verwendbares Material enthielt.

Der Ureinwohner von Amerika war dagegen in einer weit günstigeren Lage, dennoch hat er wenig geleistet, weil es ihm an Ausdauer fehlte. Dazu kommt noch, dass er vorzog, als Jäger hinter seinen wilden Tieren nachzulaufen anstatt sie dauernd an sein Haus zu fesseln. Nur lokal sehen wir den Indianer das Jägerleben aufgeben und als Ackerbauer sesshaft werden. Alte Kulturreiche entstanden so in Mexiko, in Centralamerika und in Peru. Aber an Haustieren wurde sehr wenig gewonnen, in Mexiko fand die Zähmung des Trutthuhnes statt, in Südamerika diejenige der kameelartigen Lamas.

Daneben lieferten die amerikanischen Wildhunde auch zahme Tiere; im alten Inkareiche wurden nach den Untersuchungen von Nehring verschiedene Rassen gehalten; er konnte eine dachshundähnliche, eine schäferhundähnliche und eine bulldoggähnliche Rasse unterscheiden. Bezüglich ihrer Abstammung werden sie auf den nordamerikanischen Wolf und den Prairiewolf zurückgeführt.

Ebenso lehrreich wie das örtliche Auftreten ist das zeitliche Erscheinen der Haustiere. Die Gewinnung und Züchtung der letzteren ist eine Kunst, welche erst erworben werden musste und daher ein gewisses geistiges Niveau des Menschen voraussetzt, mit dem Fortschritt der allgemeinen Geisteskultur hat sich stetig auch die Züchtungskunst gehoben.

Man kann mit aller Bestimmtheit den Satz aufstellen, dass die ältesten Ureinwohner unseres Landes noch keine Haustiere besessen haben, der Mensch war also im Anfang nach dieser Hinsicht vollkommen besitzlos. Und das gleiche gilt auch für den Urbewohner aller übrigen Erdteile, in denen Haustiere entstanden sind.

Wir sehen, dass beispielsweise eine weite Kluft die Kulturstufe der Pfahlbauperiode von derjenigen der Höhlenzeit trennt — hier noch kein einziges wirklich domestiziertes Tier, während schon eine Reihe wichtiger Haustiere in den Pfahlbauresten ihre Anwesenheit dokumentieren.

Der Haupterwerb ist bereits in vorgeschichtlicher Zeit gemacht worden und die Zucht von Hund, Schwein, Schaf, Ziege, Rind, Zebu, Pferd, Esel, Taube und Huhn ist weit älter als die älteste geschichtliche Periode. Es ist dies auch vollkommen verständlich, denn jedes Volk muss erst einen gewissen Kulturbesitz aufweisen, bevor es in die historische Periode eintritt. Dieser Besitz ist nicht allein ein geistiger, sondern auch ein materieller und da bildet eben der Erwerb von Haustieren und Kulturpflanzen die erste solide Grundlage, auf der sich eine wirkliche Kultur aufbauen konnte.

Nicht alle Tiere sind gleichzeitig in die menschliche Wirtschaft eingetreten, sondern diese hat sich erst nach und nach erweitert, auch während der historischen Zeit erfolgte noch ein Zuwachs. Dieser stand an Bedeutung allerdings dem schon vorhandenen Bestande nach, es folgten Büffel, Kaninchen, Gans, Ente, Fasan, Pfau und Perlhuhn.

Noch in der Gegenwart sehen wir ein Geschöpf immer allgemeiner das Wildleben mit dem Hausstande vertauschen — es ist der afrikanische Strauss, der bereits gewinnbringend wird.

Welches das älteste Haustier ist und in welcher Reihenfolge die vorhistorischen Arten auftraten, darüber lässt sich allerdings nur wenig mit Sicherheit aussagen. Vielfach wird der Hund als das erste Geschöpf bezeichnet, das sich dem Menschen enger anschloss, aber sicherlich ist das Rind fast ebenso alt.

Auf europäischem Boden ist in der älteren Steinzeit die Haustierwelt ein wenig mannigfaltig, während schon in der Bronzezeit ein erheblicher Fortschritt und ein Zuwachs an Rassen festgestellt werden konnte.

Den Beginn der Haustiergewinnung haben wir uns so vorzustellen, dass eine Anzahl Wildformen in die Umgebung der Menschen kamen und erst lediglich des Vergnügens wegen gezähmt wurden, oft waren es auch religiöse Motive, wie z. B. bei der Katze, welche ein tierisches Geschöpf ins Haus brachten. Manches wurde wieder aufgegeben, erst nach und nach erfolgte eine Auslese nach wirtschaftlichen Grundsätzen und dann begann auch eine systematische Züchtung.

Die Brauchbarkeit der verschiedenen Abteilungen war sehr ungleichmässig. Von 13 Säugetierordnungen haben nur 3 Haustiere geliefert, nämlich die Nager, die Raubtiere und die Huftiere (Ungulata). Letztere gaben an den menschlichen Haushalt weitaus die zahlreichsten, aber auch die allerwichtigsten Arten ab.

In der Klasse der Vögel sind da wiederum nur wenige Ordnungen, welche als brauchbar befunden wurden, nämlich die Hühnervögel, die Tauben, die Schwimmvögel und die Strausse.

Leichte Zähmbarkeit, geselliger Charakter und grosse Erziehungs-

fähigkeit bildeten die notwendigen Eigenschaften aller dieser in den Hausstand eintretenden Arten.

In der ersten Periode war jedes Haustier gleichsam noch Rohmaterial, aus dem allerlei herausgestaltet werden konnte; massgebend waren dabei immer Gebrauchszwecke oder wirtschaftliche Ziele, die man durch Zucht zu erreichen suchte, und bis zu einem gewissen Grade kann man aus dem gewonnenen Material machen, was man will. Dabei muss allerdings fortwährend mit den Vererbungserscheinungen gerechnet werden.

Umgestaltung heisst so viel wie Veränderung, wobei sich nicht nur die Tierform ändert, sondern auch die Art der Leistung. Form und Leistung stehen in einem engen Abhängigkeitsverhältnis, eine bedingt die andere, so dass also die Körperform streng genommen nur den sichtbaren Ausdruck für die in ihm vorhandene Leistungsfähigkeit bildet.

Eine auf Muskelarbeit abzielende Zucht wird eine andere Form herausbringen, als wenn sie auf Mast oder Milchnutznng hinarbeitet.

Im Anfang, da die Wirtschaft noch eine primitive war, bestanden noch nicht so viele Nutzungsrichtungen als auf den späteren und höheren Stufen der Landwirtschaft. Dazu kamen mit der immer ausgedehnteren Besiedelung verschiedenartiger Wohngebiete noch örtliche Rücksichten hier wird z. B. die Arbeitsleistung ganz in den Vordergrund treten, dort fast ausschlieslich die Milchnutzung.

Diesen Anforderungen kann in der Weise genügt werden, dass einmal die Zusammensetzung des Haustierbestandes passend ausgewählt wird, sodann eine und dieselbe Haustierart durch rationelle Züchtung in mehrseitiger Richtung umgestaltet wird.

In letzterem Falle bringt der Züchter den im Naturleben wie im Menschenleben so ausserordentlich fruchtbaren Grundsatz der Arbeitsteilung in Anwendung. Derselbe führt stets zur Spezialisierung in der Viehzucht und da die Verschiedenheit der Leistung mit Naturnotwendigkeit sich in der Form auszuprägen beginnt, so wird die ursprüngliche Art ihre Gleichförmigkeit immer mehr verlieren und sich in grössere Formenkreise mit neuen Merkmalen auflösen.

Es ist ungemein bemerkenswert, bestätigt aber nur das Gesagte, dass in den ältesten Pfahlbauten der Schweiz die wichtigsten Haustiere (Hund, Rind, Schwein, Schaf) nur je in einer Rasse vorhanden sind, aber schon zu Ende der Pfahlbauperiode macht sich eine grössere Formenmannigfaltigkeit, eine Spaltung in verschiedene Rassen bemerkbar.

Dieser Vorgang ist bis auf den heutigen Tag bald langsamer bald rascher vorgeschritten, weil eben immer neue Zuchtziele auftauchen.

Etwas Ähnliches vollzieht sich ja auch in der menschlichen Gesellschaft. Bei primitiven Völkern mit höchst einfacher Wirtschaft sind die einzelnen Individuen viel schwieriger zu unterscheiden als bei den Angehörigen eines hochentwickelten Kulturstaates, wodurch weitgehende

Arbeitsteilung sich verschiedene Berufsklassen ausgebildet haben, deren Gepräge häufig ein sehr auffallendes ist.

Die Zerspaltung in verschiedene Formenkreise ist nicht bei jeder Haustierart gleich gross; sie ist z. B. beim Hund, beim Rind, beim Schaf, beim Huhn und bei der Taube gewiss viel auffallender als bei dem Büffel, bei der Gans oder bei der Ente.

Es kommt hier eben das Alter des Hausstandes in Betracht. Die Umbildung nach verschiedenen Zuchtrichtungen braucht eine gewisse Zeit und im allgemeinen darf als Regel angenommen werden, dass ein Haustier sich in eine um so grössere Zahl von Formenreihen gliedert, je länger es sich im Hausstande befindet, je länger also der züchterische Einfluss eingewirkt hat. Daher die auffallend grosse Zahl von Rassen bei allen alten Haustieren.

Es ist klar, dass beim Abdrängen einer Haustierform nach einer neuen Bahn, veranlasst dnrch neue Zuchtziele, die Umbildung nur stufenweise erfolgen kann. Ist ein Zuchtziel erreicht, so wird man auf der zurückgelegten Bahn gleichsam verschiedene Etappen unterscheiden können.

Dies ist denn auch seit langer Zeit in der praktischen Tierzucht üblich. Man spricht in diesem Sinne, indem man gewisse morphologische und physiologische Begriffe stets erweitert, von Zuchten, von Stämmen, Schlägen und Rassen. Man fasst damit kleinere oder grössere Gruppen zusammen und es wird daher nötig sein, alle diese Begriffe näher zu bestimmen.

Beginnen wir mit dem Begriff »Rasse«. A. Krämer definiert diese wohl sehr zutreffend als »eine Gruppe von künstlich gezüchteten Haustieren, welche sich innerhalb des Formenkreises der Art (Species) und als Abänderung derselben in der Weise abgesondert hat, dass die ihr zugehörenden Einzeltiere (Individuen) eine Übereinstimmung in gewissen typischen, bei Fortdauer der bedingenden Umstände in den Geschlechtsfolgen wiederkehrenden Merkmalen erlangten, durch welche sie sich von Angehörigen anderer Gruppen der gleichen Art unterscheiden.«

Der »Schlag« ist der Rasse untergeordnet, man versteht darunter eine Haustiergruppe, welche unter ähnlichen Verhältnissen wie die Rasse entstanden ist, bei der aber die Abänderung eine weniger durchgreifende ist.

Da die »Rasse« zunächst nur innerhalb der »Art« oder »Species« entsteht, so müssen wir an sie den Rassenbegriff denselben Massstab anlegen wie an den Artbegriff. Der letztere ist bekanntlich seit Decennien Gegenstand lebhafter Diskussionen geworden.

Von Linné an bis zu Cuviers Zeiten betrachtete man die Art als etwas Unveränderliches oder Konstantes, man verstand darunter einen bestimmten Formenkreis von Einzeltieren, welche in allen wesentlichen Körpermerkmalen übereinstimmen und die Fähigkeit hat, sich fruchtbar fortzupflanzen.

Aber bei näherem Zusehen war sowohl die morphologische Seite (Übereinstimmung in der Körperform) als die physiologische Seite (Fähigkeit der fruchtbaren Fortpflanzung) des Artbegriffes unhaltbar, und seit Darwin hat man die Lehre von der Beständigkeit der Art aufgeben müssen.

Es war ja auch bedenklich, dass Linné neben der guten Art (bona species) noch die schlechte Art (mala species) unterscheiden musste, und heute ist wohl allgemein anerkannt, dass zwar sehr viele Arten sich recht gut umschreiben lassen, in anderen Fällen aber hängt es rein von dem persönlichen Ermessen des Beobachters ab, was er Art nennen will.

Und so verhält es sich auch mit der »Rasse«. Eine ältere Schule hat die auf die Art bezügliche Konstanzlehre in gewissem Sinne auch auf die Rasse übertragen wollen, doch ist dieser Standpunkt längst verlassen.

Es bedeuten somit die Begriffe Rasse, Schlag u. s. w. nur gewisse Entwicklungsstufen, die keineswegs unabänderlich sind, und es ist lediglich Sache des gegenseitigen Übereinkommens, was man darunter zu verstehen hat.

Der Tierzüchter giebt für die einzelnen Rassen bestimmte Kennzeichen an, die natürlich weder mit den allgemeinen Artmerkmalen noch mit denjenigen zusammenfallen, welche von dem Unterschied im Geschlecht herrühren. Von diesen Rassenkennzeichen aus allzusichere Schlüsse auf die spezielle Leistung der Rasse bei jedem Einzeltier zu machen, muss vermieden werden.

In der zootechnischen Litteratur finden wir sodann noch einzelne Begriffe, auf deren Unklarheit hier wohl hingewiesen werden darf.

Man spricht z. B. bei Haustieren von natürlichen Rassen, von primitiven Rassen und von Kulturrassen.

Nach Nathusius sind die natürlichen Rassen »im allgemeinen charakterisiert durch Einseitigkeit in den Leistungen, oder, wenn statt der Einseitigkeit eine gewisse Harmonie vorhanden ist, durch relativ geringe Leistungsfähigkeit im ganzen.« Sie sind auf bestimmten geographischen Gebieten entstanden, bewahren aber ihre Eigentümlichkeit auch beim Versetzen in eine neue Heimat. Als Beispiel mögen das orientalische Pferd und das spanische Merinoschaf angeführt werden, sowie das graue Steppenvieh, das über einen grossen Teil von Asien und Südosteuropa verbreitet ist.

Der Ausdruck natürliche Rasse ist jedoch eine contradicto in adjecto, er enthält einen inneren Widerspruch, sofern er für ein Haustier gebraucht wird. Jede Rasse, ob sie sich von der Stammform nur wenig oder sehr stark entfernt, ist unter dem Einfluss des Menschen entstanden und wurde daher nicht von der freien Natur auf natürlichem, sondern auf künstlichem Wege gebildet.

Dabei soll aber nicht geleugnet werden dass neben der züchterischen Einwirkung auch fortwährend die örtlichen Verhältnisse, wie

Bodenbeschaffenheit, Klima und Ernährung sich geltend machen. Das sind Faktoren, welche allgemeine zoologische Unterschiede bedingen und immer neben den züchterischen Faktoren hergehen.

Wenn z. B. beim Rind der Alpen die Stärke der Glieder erhöht wird und die Kühe der Niederung bei mangelnder Bewegung eine geringe Lungenthätigkeit erlangen, so hat die Züchtung zunächst keinen Anteil an diesen Veränderungen.

Zweckmässig erscheint es mir, statt von natürlichen Rassen von »primitiven Rassen« zu reden, freilich in einem anderen Sinne als dies gewöhnlich der Fall ist. Gemeiniglich werden darunter alle jene Rassen zusammengefasst, welche stabil geblieben sind und in geschichtlicher Zeit sich wenig oder gar nicht geändert haben.

Nun sind hier zwei Dinge möglich: entweder ist eine Rasse durch Zucht überhaupt nur wenig umgebildet worden und daher von der Urform nur wenig verschieden oder eine Rasse ist schon auf einer frühen Stufe durch eine bestimmte Zuchtrichtung umgestaltet worden und verharrte dann während der geschichtlichen Periode auf derselben. Nur im ersteren Falle darf man von einer primitiven Rasse reden, während man im letzteren Falle wohl die besondere Gruppe der alten Kulturrassen aufstellen sollte.

Es mag dieser Gegensatz durch einige Beispiele veranschaulicht werden. Das graue Steppenrind in Osteuropa und Südeuropa ist unter primitiven Wirtschaftsverhältnissen aufgewachsen und stellt einen nur wenig veränderten Nachkommen des wilden Ur (Bos primigenius) dar.

Die in der Schweiz immer seltener werdenden, in Süddeutschland noch häufiger gehaltenen karpfenrückigen Landschweine weisen Schläge auf, die noch sehr wildschweinähnlich sind; die skythischen Pferde, die von Herodot erwähnt werden, haben bis auf den heutigen Tag ihre Eigenschaften beibehalten; die Hunde der Indianer sehen den amerikanischen Wildhunden auffallend ähnlich. Das alles sind also noch sehr primitive Rassen.

Anders bei den alten Kulturrassen, die seit Jahrtausenden auf der gleichen Stufe stehen geblieben sind und doch nicht als Ur-Rassen angesprochen werden dürfen.

Die Schafe, die zur Zeit der Erzväter im Morgenlande weideten, finden wir heute noch im Orient; in den nubischen Steppen lebt eine kleine, höckerlose und kurzhörnige Rinderrasse, die schon zur Pharaonenzeit nach dem Nilthal kam und Zeichen starker Umzüchtung an sich trägt. Das Sangarind, das in dem abessinischen Alpenlande seit sehr alter Zeit eingebürgert ist, bildete wahrscheinlich die Ausgangsform für die Mehrzahl der afrikanischen Rinderrassen und hat einen ebenfalls stabil gebliebenen Zweig auch an Madagaskar abgegeben. Schon vor mehr als 3000 Jahren gab es im alten Ägypten Windhunde, die den heutigen auffallend ähnlich sind.

Wird der Haustierbestand in Südasien und Ostasien gründlicher durchsucht, so kommen wohl noch sehr alte Rassen zum Vorschein.

Dieses beständige Verharren auf einer bestimmten Stufe ist eine natürliche Folge der wirtschaftlichen Verhältnisse, die sich besonders auf afrikanischem Boden stets im alten Geleise bewegt haben.

Doch fehlen ähnliche Erscheinungen auch in Europa nicht.

Gebiete, welche abseits von den grossen Völkerverschiebungen lagen und von den Wellen einer neu andringenden Kultur nur wenig erfasst worden sind, haben sich auch bezüglich ihrer Haustiere merkwürdig konservativ verhalten. Das Braunvieh der Alpenthäler in der östlichen und centralen Schweiz ist im wesentlichen das stabil gebliebene Torfrind und das kleine Bündner Schwein ein wenig veränderter Nachkomme des Torfschweines. In den Thälern der Appenninen Mittelitaliens wird ein schwarzes, durch eine weisse Schulterbinde ausgezeichnetes Schwein gehalten, das ebenfalls alt sein dürfte.

Von der eben genannten Rassengruppe kann also das, was man in der zootechnischen Litteratur als »Kultur-Rasse« bezeichnet, dem Wesen nach nicht verschieden sein, sondern nur dem Alter nach, die »Kulturrassen« sind neueren Datums. Als Beispiele mögen die englischen Fleischschafe, das englische Vollblutpferd, das Shorthornrind und die extrem umgestalteten Taubenrassen angeführt werden.

Bei der Rassezüchtung handelt es sich darum, die Vererbung neuer und zweckmässiger Eigenschaften zu überwachen und es werden daher alle Tiere von der Vererbung ausgeschlossen, bei denen sie nicht in der gewünschten Weise auftreten. Fremdes Blut muss daher, um nicht Rückschläge hervorzurufen, thunlichst vermieden werden.

Die Vererbung und Steigerung von Nutzungseigenschaften wird um so sicherer erfolgen, je gleichartiger die Zuchttiere sind. Um die Rassebildung zu beschleunigen und das Zuchtziel auf dem kürzesten Wege zu erreichen, kann der Inzucht ein möglichst grosser Spielraum gewährt werden, einzelne englische Züchter haben überraschende Erfolge erzielt, indem sie die Inzucht bis zur Familienzucht und selbst Inzestzucht steigerten. Doch hat ihre allzu strenge Anwendung wieder ihre Gefahren, indem bald Unfruchtbarkeit, Albinismus und andere degenerative Erscheinungen auftreten. Durch rechtzeitige Blutauffrischung müssen die Nachteile beseitigt werden.

Ist die Rasse auf ihrem Höhepunkt angelangt, d. h. entspricht das Ergebnis nach Form und Leistung dem Zuchtideal, so wird auch die Vererbungstreue konsolidiert und damit die Rasse rein fortgezüchtet. Der äusseren Form nach hat sie eine verhältnissmässig grosse Beständigkeit erlangt, weil eben die Vererbungskraft in ihrer höchsten Potenz sicher vererbt.

Die ältere Konstanztheorie hat sich jedoch in den einseitigen Formalis verirrt, dass sie annahm, die Rassereinheit verbürge die Treue der Vererbung auch hinsichtlich der Leistung und die Reinzucht zum allein selig machenden Dogma erhob.

Mit der Rasse verhält es sich ähnlich wie mit der Art.

Die Beständigkeit ist nur eine scheinbare; sie ändert im Laufe der

Zeit und anderseits vererben sich auch zweckmässige Eigenschaften bei der Kreuzung verschiedener Formen, auch Mischlingsrassen können als wirtschaftlich sehr zweckmässig befunden werden.

Die Vererbung des reinen Blutes ist ausserdem nicht immer ganz sicher, wie zwei Brüder in einer menschlichen Familie oft recht ungleichmässig ausfallen können, so haben auch die Nachkommen eines Zuchttieres oft einen sehr verschiedenen Wert. Die Vererbungsfähigkeit bei der Zucht muss erst erprobt werden, um zu erfahren, inwieweit die Individualpotenz sich geltend macht. Nathusius ist in seinem Widerspruch gegen die Lehren der Konstanztheorie nur konsequent, wenn er sagt, dass jede Zuchtwahl aufhören müsste, wenn Rassereinheit allein die Konstanz der Vererbung bedingen würde. Ein solcher Formalismus müsste auch dem Züchter notwendigerweise nur Schaden zufügen.

Bei der Rassenbildung respektive Rassenreichtum einer Art kommen mehrere Gesichtspunkte in Betracht.

Dass das relative Alter im Hausstande in Anschlag zu bringen ist, wurde bereits hervorgehoben. Gewisse Arten sind von Haus so gestaltet, dass sie der Zuchtwirkung nur in einseitiger Richtung unterworfen werden können, beim Pferde z. B. war Arbeitsleistung in dieser oder jener Form die ganz vorwiegende Nutzrichtung, das Fleisch wurde nur sporadisch benutzt.

Bei anderen Arten ist die Bildungsfähigkeit wiederum eine auffallend grosse.

Endlich kommt noch die Abstammung in Betracht.

Einige Haustierarten sind wie z. B. die Haustaube und das Kaninchen in zahlreiche Rassen gespalten worden und sind monophyletischer Herkunft, d. h. sie besitzen eine gemeinsame Stammform. Bei andern erklärt sich der grosse Rassenreichtum aus der polyphyletischen Abstammung, der Ursprung ist auf zwei oder mehrere Stammformen zurückzuführen und einzelne Schläge oder Rassen sind als Mischformen zu betrachten, wie z. B. beim Rind.

Solche Kreuzungsprodukte erweisen sich gelegentlich als sehr fruchtbar und vererbungsfähig.

Gross ist die Zahl der Rassen beim Hunde, die aber sicher mehrere Stammformen zur Grundlage haben. Da der Hund als Haustier sehr früh erscheint, so bietet die Frage nach seiner Abstammung ganz besondere Schwierigkeiten, doch dürften an der Bildung der zahmen Hunde in der alten und neuen Welt mindestens fünf verschiedene Wildhunde beteiligt sein.

Der älteste Haushund (Torfhund), der anfänglich in Europa längere Zeit als einzige Rasse vorhanden war, stand unserem Spitzhund am nächsten und war schakalähnlich. Später tritt ein wolfartiger Schäferhund auf und eine noch grössere Form, von welcher möglicherweise

die grossen Doggen abzuleiten sind. Der später einwandernde Windhund besitzt ein südliches Gepräge, aus seiner Kreuzung mit stärkeren nördlichen Formen ist wohl der Jagdhund entstanden.

Die grosse Zahl der Hunderassen ist mehr dem hohen Alter im Hausstande und der polyphyletrischen Abstammung beizumessen als der vielseitigen Nutzungsrichtung.

Die flüchtigeren Formen werden bei der Jagd verwendet, die übrigen zur Bewachung des menschlichen Hauses oder der Haustiere; die Fleischnutzung kommt für uns gar nicht in Betracht, da sie nur ganz vereinzelt auf europäischen Gebieten üblich wurde.

In vollem Gegensatze zum Hunde steht die Katze. Sie hat sich im Hause eine grosse Selbständigkeit gewahrt und ist der künstlichen Züchtung fast garnicht unterworfen. Von besonderen Rassen ist die stummelschwänzige Katze der Insel Man, die seidenhaarige Angorakatze und die hängeohrige chinesiche Katze hervorzuheben.

Unter den Huftieren ist das Pferd als ausgesprochenes Steppentier fast überall nur in einseitiger Richtung zur Verwendung gelangt; als lokomotorisches Haustier d. h. als Zugtier oder Reittier erreicht es allerdings die höchste Stufe der Vollendung. Die orientalische Rassengruppe mit breitem Hinterkopf und fleischlosem Gesicht steht den plumperen, langköpfigen Rassen des Abendlandes gegenüber. Die vorhandenen Unterschiede sind aber nicht auf Wirkung der künstlichen Züchtung, sondern auf eine Verschiedenheit der Abstammung zurückzuführen.

Ein ähnliches Verhältnis tritt uns bei den Schweinerassen entgegen, welche teils aus unserem Wildschwein hervorgingen, teils orientalischer Herkunft sind. Die orientalische Rassengruppe hat zum Teil sehr extreme Kulturformen aufzuweisen, unter denen besonders das in Japan gezüchtete Maskenschwein Erwähnung verdient. Die abendländischen Hausschweine haben dagegen mehr an dem ursprünglichen Wildschweincharakter festgehalten, da ihre Zucht jünger ist; doch kennen wir unter ihnen kurzohrige und hängeohrige Rassen.

Das Rind ist sehr rassenreich geworden, vielfach auch rasselos, da Kreuzungen nach allen Richtungen erfolgt sind. Da zwei verschiedene Stammquellen angenommen werden müssen, erklärt sich der Rassenreichtum.

Die Steppen- und Niederungsrasse, sowie die Fleckviehrasse sind aus dem Ur-Rind (Bos primigenius) herzuleiten, nicht aber die Braunvieh- und Kurzkopf-Rassen. Sehr rassenreich ist auch das seit uralter Zeit im Hausstand vorhandene Zebu-Rind, das grosshörnige, kleinhörnige und ganz hornlose Rassen aufweist, andere sind schwer, wiederum andere geradezu zwergartig; neben Buckelrindern kommen auch buckellose vor; die Abstammung aller ist eben hier eine einheitliche.

Sehr alt ist die Domestikation von Schaf und Ziege, denn wir finden sie schon zur Zeit der Pfahlbauten in Europa eingebürgert und seither in zahlreiche Rassen gespalten. Wo die Überführung in den Hausstand

geschah, ist uns nicht völlig klar, auch hält es nicht leicht, die Stammform mit Sicherheit festzustellen.

Für das Schaf dürfte im Moufflon eine der Stammformen zu erblicken sein, wenigstens gelingt eine Verbastardierung leicht. Seit uralter Zeit über die alte Welt verbreitet, tritt es in zahlreichen Formen auf, die körperlich stark verschieden sind. Neben langschwänzigen und kurzschwänzigen kommen grosshörnige, kleinhörnige und hornlose Rassen vor.

Der formenreiche Ziegenbestand lässt sich wohl mindestens auf zwei Stammarten zurückführen, nämlich auf die Bezoarziege (Capra aegragus) und auf die asiatische Schraubenziege (Capra falconeri). Ich erhielt unlängst aus dem südasiatischen Archipel eine zahme Ziegenform, an welcher eine dritte Stammform, die Himalayaziege (Capra jemlaica) einen unverkennbaren Anteil besitzt.

II. TEIL.

Die Vererbungstheorien.

Vorbemerkung.

Die wissenschaftliche Erkenntnis kann sich nicht damit begnügen, lediglich auf dem Boden der Thatsachen zu verweilen, sie sucht darüber hinaus dem tieferen Grund der Erscheinungen nachzugehen. Diese Thätigkeit kann allerdings erst dann beginnen, wenn ein genügendes Material von Thatsachen beisammen ist; dieses erfährt eine kritische Sichtung und wird in geeigneter Weise gruppiert, um mit Hilfe geistiger Spekulation von einem einheitlichen Gesichtspunkte aus beurteilt zu werden.

Man gelangt auf diesem Wege zu allgemeinen Vorstellungen über das Wesen der Erscheinungen und sucht auf Grund der Erfahrung durch eine logisch aufgebaute Theorie bis dahin vorzudringen, wohin die sinnliche Wahrnehmung allein nicht zu gelangen vermag.

Hat eine solche Spekulation nur einen mässigen Grad von Wahrscheinlichkeit für sich, so spricht man von einer Hypothese. Da in der Neuzeit zahlreiche Vererbungstheorien aufgestellt worden sind, die sehr von einander abweichen und da nur eine einzige sich der Wahrheit nähern kann, so bezeichnet man sie wohl richtiger als Vererbungshypothesen. Ihre grosse Zahl beweist, wie schwer es ist, das erlösende Wort zu finden und den Vererbungserscheinungen auf den Grund zu kommen.

Man kann die Frage aufwerfen, ob solche Spekulationen nicht verfrüht oder gar überflüssig sind. Wir haben nun einmal das Bedürfnis, uns über die Ursachen der Erscheinungen Rechenschaft zu geben, darauf beruht der Fortschritt in der wissenschaftlichen Erkenntnis.

Selbst wenn eine Theorie verfehlt ist, so hat sie doch immer das Gute, dass sie zu erneuter kritischer Prüfung anregt und damit wieder neue Thatsachen zu Tage fördert. Man kann freilich einwenden, dass eine Theorie den Gesichtskreis auch verengern kann und unter ihrem Banne wirtschaftliche Bahnen eingeschlagen werden können, die verkehrt sind und vorübergehend Schaden stiften.

Allein in solchen Fällen wird die Praxis bald genug Widerspruch erheben. Wir haben das ja in der Landwirtschaft wiederholt erlebt, gerade auf tierzüchterischem Boden lieferte die Constanz-Theorie und die daraus geforderte Reinzucht der Rassen ein eklatantes Beispiel.

Im I. Teil dieser Schrift wurden die Vererbungsvorgänge bis in ihre Einzelheiten verfolgt, soweit sie der sinnlichen Wahrnehmung zugänglich sind. Hier mögen nun die spekulativen Anschauungen über den Gegenstand angereiht werden.

I. Die Lehre der Pangenesis von Darwin.

Es war naturgemäss, dass Darwin bei seiner kritischen Sichtung und erschöpfenden Zusammenstellung der Fortpflanzungs- und Vererbungserscheinungen in seinem bekannten Werke über »Das Variiren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation« dazu geführt wurde, durch ein gemeinsames Band alle die von ihm angeführten, auch von tierzüchterischen Schriften so häufig benutzten Thatsachen zu verknüpfen. Die ausserordentliche Schwierigkeit dieses Versuches war ihm nicht entgangen und es ist ein sprechender Beweis für die ausserordentliche Bescheidenheit des grossen Mannes, dass er seine Pangenesislehre nicht etwa als Theorie, sondern nur als eine »provisorische Hypothese« bezeichnete, wohl einsehend, dass dieselbe nur eine vorübergehende Bedeutung haben konnte und später irgend einer besseren Theorie Platz machen würde.

Er geht von der Thatsache aus, dass der Körper unserer höheren, gewebebildenden Tiere aus zahlreichen Elementen, den Zellen, zusammengesetzt ist. Dieselben arbeiten zwar gesetzmässig zusammen, führen aber dennoch bis zu einem gewissen Grade ein unabhängiges Dasein. Dann fügt er hinzu: »Es wird allgemein zugegeben, dass die Zellen oder die Einheiten des Körpers sich durch Teilung oder Knospung fortpflanzen, wobei sie zunächst dieselbe Natur beibehalten und schliesslich in die verschiedenen Gewebe und Substanzen des Körpers verwandelt werden. Aber ausser dieser Vermehrungsweise nehme ich an, dass die Zellen vor ihrer Umwandlung kleine Körnchen oder Einheiten abgeben, welche durch den ganzen Körper frei cirkulieren und welche, wenn sie mit gehöriger Nahrung versorgt werden, durch Teilung sich vervielfältigen und später zu Zellen entwickelt werden können, gleich denen von welchen sie herrühren. Diese Körnchen können Keimchen (»Gemmules«) genannt werden. Es wird angenommen, dass sie von den Eltern (durch die Keimzellen) den Nachkommen überliefert und meist in der Generation, welche unmittelbar folgt, entwickelt, aber oft viele Generationen hindurch in einem schlummernden Zustande überliefert und dann erst entwickelt werden. Es wird angenommen, dass ihre Entwicklung von der Vereinigung mit andern teilweise entwickelten Zellen

oder Keimchen abhängt, welche ihnen in dem regelmässigen Verlauf des Wachstums vorausgehen. Es wird angenommen, dass Keimchen nicht bloss von jeder Zelle oder Einheit während des erwachsenen Zustandes, sondern während aller Entwicklungszustände des Organismus abgegeben werden. Endlich nehme ich an, dass die Keimchen in ihrem schlummernden Zustande eine gegenseitige Verwandtschaft zu einander haben, welche zu ihrer Anhäufung entweder zu Knospen oder zu Sexualelementen führt. Um genauer zu sprechen, sind es nicht die Geschlechtselemente, auch nicht die Knospen, welche neue Organismen erzeugen, sondern die Zellen durch den ganzen Körper. Diese Annahmen bilden die provisorische Hypothese, welche ich Pangenesis genannt habe.«

Es lässt sich nicht leugnen, dass nach dieser Lehre die Vererbungserscheinungen verhältnismässig durchsichtig und ziemlich leicht verständlich werden.

Stören mag vielleicht die unverhältnismässig grosse Zahl von Hülfsannahmen, welche Darwin zu machen genötigt war, doch weiss er sie durch Heranziehung von zahlreichen analogen Erscheinungen aus der Natur wahrscheinlich zu machen.

Die Annahme vom Vorhandensein freier Keimchen (Gemmules) ist natürlich eine willkürliche und durch direkte Beobachtung nicht erwiesen. Direkt gesehen hat Niemand, dass neben der gewöhnlichen Vermehrungsweise durch Zellteilung noch eine andere Fortpflanzungsart durch Abstossen von vermehrungsfähigen Keimchen vorkommt. Wenn dem auch wirklich so wäre, so könnte man allerdings die Keimchen ihrer ausserordentlichen Kleinheit wegen nicht sehen.

Der Annahme solcher kleinsten Lebensteilchen steht also theoretisch nichts im Wege.

Man kann einwenden, dass die Keimchen notwendig so klein sind, dass wir uns keine richtige Vorstellung von denselben machen können, denn als Träger der Vererbungsanlagen müssen sie ja zu Millionen in den Eier- und Samenzellen vorhanden sein. Doch kann demgegenüber angeführt werden, dass Physik und Chemie die mit gewissen Kräften begabten Moleküle annehmen, die ebenfalls von einer nicht verstellbaren Kleinheit sind, indem nach den angestellten Berechnungen in einem Wasserwürfel von 1/10,000 *mm* Seitenlänge zwischen 16—131 Billionen Moleküle enthalten sind.

Ihre grosse Vermehrungsfähigkeit fände etwa eine analoge Erscheinung in der Vermehrungsfähigkeit gewisser ansteckender Stoffe, die sich ja mit unglaublicher Schnelligkeit über den ganzen Körper verbreiten können.

Die freie Cirkulation der Keimchen, die vorausgesetzt werden muss, wenn sie ihren Weg zu den Kleinzellen finden sollen, ist leicht verständlich. Vermöge ihrer Kleinheit können sie überall diffundieren und die Blutbahn wäre dann noch der natürliche Transportweg, den sie in der Richtung der Geschlechtsorgane einschlagen.

Die Aufnahme der Keimchen in die Keimzellen und die Ver-

mischung bei der Befruchtung liessen sich am Ende durch eine hochausgebildete, nach und nach erworbene Wahlverwandtschaft von spezifischer Art erklären.

Die spätere Entwickelung würde etwa so zu denken sein, dass die zuerst gebildeten Zellen später von den eingewanderten Keimchen in ihrer weiteren Entwickelung und Funktion beeinflusst würden. Wiederum ist es eine besondere Wahlverwandtschaft, die den Keimchen dabei den richtigen Weg finden lässt.

Darwin führt zu Gunsten seiner Annahme an, dass Gewebe im Laufe ihrer Entwickelung starke Umwandlungen der zelligen Elemente erfahren können. Der werdende Knochen z. B. ist anfänglich knorpelig vorgebildet, dann findet eine Auflösung des Knorpelgewebes statt und es wandelt sich in Markzellen und Knochenzellen um. Da diese Veränderungen auf verschiedenen Altersstufen vor sich gehen, so meint er, dass sich die von einer Art von Gewebe herrührenden Keimchen mit den Zellen einer andern Art verbinden und damit die späteren Umwandlungen herbeiführen.

Die Wirkung der Keimchen hätten wir uns also in der Weise zu denken, dass sie nach der Einwanderung in eine Zelle deren Form und Leistung gleichsam beherrschen.

Auch das hat für unsere Vorstellung nichts Ausserordentliches, wir finden sogar eine Analogie dafür in den sogenannten Centralkörperchen oder Centrosomen, welche ihrer Kleinheit wegen sich der äussersten Grenze des sinnlich Wahrnehmbaren nähern und doch die ganzen Vorgänge der Zellteilung beherrschen.

Die Vererbungserscheinungen können mit Hülfe dieser Hypothese scheinbar leicht erklärt werden. Besonders leicht für unser Verständnis werden die Rückschläge, die so häufig auftreten; sie sind einfach auf die mehrere Generationen hindurch schlummernde Thätigkeit der Keimchen zurückzuführen, die auf einmal wieder erwacht.

Bei der Vererbung neu erworbener Eigenschaften nimmt Darwin an, dass die Abänderung irgend eines Zellenbezirkes im Körper während des Lebens einen Einfluss auf die in dessen Zellen geborgenen Keimchen gewinnt und die nun etwas abgeänderten »Gemmules« an die Fortpflanzungszellen abgegeben werden, um in der nächsten Generation die entsprechenden Zellbezirke in gleichem Sinne abzuändern.

Freilich ist nur schwer verständlich, warum sich gewisse neu erworbene Eigenschaften, wie Verletzungen und Verstümmelungen, gar nicht vererben, also keine abgeänderte, sondern normale Keimchen abgeben.

Leichter ist es, die sogenante Individualpotenz zu erklären. Darwin bemerkt darüber: »Wenn zwei Formen gekreuzt werden, so findet sich nicht selten, dass die eine bei der Überlieferung der Charaktere ein Übergewicht über die andere hat und dies können wir wieder nur dadurch erklären, dass wir annehmen, die eine Form habe irgend einen Vorteil in der Zahl, Lebenskraft oder Affinität ihrer Keimchen voraus.

Rätselhaft dagegen bleibt bei der Bastardzeugung, warum in manchen Fällen die Bastarde fruchtbar sind und in anderen wiederum nicht. Trotz des sonstigen guten Befindens des Kreuzungsproduktes versagt in letzterem Falle gerade die Sphäre, in welcher die Keimchen weiter vererben sollten. Ebenso rätselhaft bleibt die Erscheinung, das fortgesetzte Inzucht zur Unfruchtbarkeit führen kann.

Dagegen würde die Lehre ein klares Licht auf die väterliche Infektion werfen können, sofern diese wirklich existierte.

Wie seither Romanes bemerkt hat, könnte man beim Wechsel des Zuchttieres etwa annehmen, dass die bei einer früheren Befruchtung in den Körper des weiblichen Zuchttieres eingeführten Samenelemente zwar dem Zerfall anheimfallen, aber die darin enthaltenen Lebenseinheiten, also die Keimchen im Sinne Darwins, würden lebensfähig bleiben und das Muttertier gleichsam für längere Zeit infizieren. Sie gelangen in das Ei, das von einem späteren Vatertier befruchtet wird und vererben. Diese Annahme ist zulässig, weil die Erscheinungen der Rückschläge nach der Hypothese lehren, dass die Lebensthätigkeit der Keimchen Generationen hindurch schlummern können.

Nun haben wir allerdings früher bei einer kritischen Prüfung der spärlichen und durchweg zweideutigen Thatsachen erfahren, dass eine väterliche Infektion in höchstem Grade zweifelhaft ist. Dass sie nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden kann, ist mit eines der schwersten Bedenken, das man gegenüber der Existenz der von Darwin angenommenen Keimchen erheben kann. Damit erscheint auch die ganze Hypothese überhaupt etwas unwahrscheinlich.

Nicht ohne Interesse ist, wie sich die Hypothese die Erscheinung der Variabilität der Einzeltiere zurechtlegt.

Dieselbe hängt in ihren Ursachen ab, »erstens von dem Mangel, dem Überschuss, der Verschmelzung und Umstellung von Keimchen und von der Wiederentwickelung derjenigen, welche lange im ruhenden Zustande gelegen haben.« In diesem Falle haben die Keimchen selbst keine Veränderung erlitten, aber die Veränderungen in oben angegebenen Beziehungen werden eine stark fluktuirende Variabilität reichlich erklären.

Zweitens in den Fällen, wo die Organisation durch veränderte Bedingungen, den vermehrten Gebrauch oder Nichtgebrauch von Teilen oder irgend eine andere Ursache abgeändert worden ist, werden die von den modifizierten Einhelheiten des Körpers abgeworfenen Keimchen selbst abgeändert werden und werden, wenn sie sich genügend vervielfältigt haben, sich zu neuen und veränderten Gebilden entwickeln.

Mit den Vorstellungen, die wir über die physiologische Thätigkeit der Zelle gewonnen haben, lässt sich die Entstehung der Wirkungsweise der Keimchen nur schwierig in Einklang bringen.

Ebenso wird es ausserordentliche Schwierigkeiten bieten, die während des Keimlebens auftretenden, mechanisch gesetzmässigen Umbildungen zu erklären.

Dass auf der einen Seite die so unendlich zahlreichen Keimchen in die Fortpflanzungszellen gelangen, nachdem sie vorher über den ganzen Körper zerstreut waren, dann während des Entwickelungsganges immer zur richtigen Zeit eingreifen und schliesslich alle mit wunderbarer Regelmässigkeit an den richtigen Ort gelangen, dies alles ist für uns schwer vorstellbar, noch schwieriger als der geordnete Gang im Weltall, zumal auf der anderen Seite wieder allerlei kleine, zuweilen auch recht grosse Störung im normalen Betriebe des Mechanismus angenommen werden müssen, um die Abweichungen und Variationen zu erklären.

Dass ein so grosser Denker bei allem Scharfsinn nicht eine befriedigendere Hypothese bieten konnte, beweist nur die ausserordentliche Schwierigkeit, welche der Erklärung der Vererbungserscheinungen entgegen steht.

Es hat zwar nicht an Versuchen gefehlt, die Lehre weiter auszubilden, doch haben die meisten späteren Vererbungstheoretiker von der Pangenesis eigentlich nur die Idee beibehalten, dass die Zellen noch lange nicht die letzten Lebenselemente sind, sondern noch kleinere Einheiten als wirksame Träger der Vererbung angenommen werden müssen.

II. Umgestaltung der Pangenesislehre durch Galton.

In einer kurzen, aber ihres Ideenreichtums wegen sehr merkwürdigen Abhandlung: »A theory of heredity« hat Francis Galton 1875 die Darwinsche Vererbungslehre zu stützen, aber auch wesentlich umzugestalten versucht. Seine Veröffentlichung ist ausserhalb Englands zuerst nur wenig beachtet worden, enthält aber die wichtigsten Grundgedanken, auf welchen später weitergebaut wurde.

Galton nimmt ebenfalls die Existenz von äusserst kleinen Keimchen oder »Gemmules« an, welche bei der Entwicklung die einzelnen Zellen in ihrem Charakter bestimmen; aber er leugnet, dass dieselben frei im Körper zirkulieren und sich dann in den Keimzellen zusammenfinden, was ja allerdings auf grosse physiologische Bedenken stossen muss.

In erster Linie betont er, dass jede Vererbungslehre zwischen angebornen und neuerworbenen Eigenschaften zu unterscheiden hat. Nach seiner Auffassung spielen jene eine ganz hervorragende Rolle, während er die Übertragung der im individuellen Leben erworbenen Eigenschaften auf die Nachkommen als ein untergeordnetes Moment ansieht, ihre Vererbung oft sogar recht fragwürdig bezeichnet.

»Erworbene Abänderungen sind, wenn überhaupt im strengen Sinne des Wortes, so doch nur äusserst wenig vererbbar. Ich schlage vor, die Annahme zu machen, dass sie im geringen Grade erblich sind und dies durch eine Modifikation der Pangenesis zum Ausdruck zu bringen.«

Daraus erwächst der methodische Vorteil, dass Galton nicht jene Masse von Keimchen des Körpers fortwährend abgehen lassen muss, welche auf jeder Lebensstufe erübrigt werden und den Weg nach den Keimzellen zu suchen haben.

Ausgehend von der befruchteten Eizelle (denn der Autor hat vorwiegend die höheren Tiere im Auge) bildet der »stirp« die Anlagemasse für die späteren Eigenschaften. Dieser neu eingeführte Ausdruck ist ziemlich gleichbedeutend mit dem, was man heute Keimplasma nennt. Der stirp ist die Summe aller verschiedenen Keimchen, die als Erbmasse von beiden Eltern geliefert wurden und die neben gewöhnlicher Nährmasse im Ei eingeschlossen sind. Damit ist auch bereits aus-

gesprochen, dass Eimasse und Erbmasse nicht gleichbedeutend sind, sondern letztere nur ein Teil der ersteren bildet.

Auf Grund unserer allgemeinen Erfahrungen über die Vererbungserscheinungen macht er folgende vier Annahmen:

1. Die grosse Zahl von körperlichen Zellen, die im gewissen Sinne unabhängige organische Einheiten sind, haben in ihrem Ursprung besondere Keimchen zur Voraussetzung.

2. Der Stirp oder die im befruchteten Ei vorhandene Keimmasse beherbergt eine viel grössere Zahl von Keimchen, als zur Entwicklung der zelligen Bestandteile des künftigen Körpers notwendig sind, so dass nur eine verhältnismässig kleine Zahl von Keimchen der ganzen Keimmasse zur Entwicklung gelangt.

3. Die nicht zur Entwicklung kommenden Keimchen behalten ihre Lebensfähigkeit bei, vermehren sich in latentem Zustande und bilden die Keimmasse der Nachkommen.

4. Die Organisation hängt von der gegenseitigen Anziehung in Abstossung der losgetrennten und sich entwickelnden Keimchen ab.

Die gemachten Annahmen lassen sich durch allbekannte Erscheinungen begründen. Wenn z. B. ein Kind die Beschaffenheit des mütterlichen Auges vererbt, diejenige des Mundes vom Vater, so haben diese Eigenschaften einen separaten Ursprung, das wird allgemein als selbstverständlich betrachtet. Aber das Gleiche gilt für die letzten organischen Einheiten, die Zellen. Diese Anlagen waren bereits nach der Befruchtung in der Keimmasse (stirp) vorhanden.

Das zweite Postulat kann hinreichend durch die zahlreichen Rückschläge begründet werden. Galton nimmt an, dass die zur Entwicklung kommenden Keimchen gering an Zahl sind gegenüber denjenigen, welche latent bleiben. Daraus folgt unmittelbar, dass dieser latente Rückstand der Keimmasse unverändert an die Keimmasse der Nachkommenschaft übergeht, ohne verändert zu werden. So kommt er mit anderen Worten zur Vorstellung einer Kontinuität des Keimplasmas, das die Generationen verbindet, während die Einzelindividuen dem Tode verfallen. Weismann ist später auf einem ganz anderen Wege zu dem gleichen Resultat gelangt und hat diese Kontinuität zum Ausgang seiner Vererbungslehre genommen.

Die Keimmasse ist zwar kontinuierlich, aber veränderlich, indem ja eine Beeinflussung durch die Körperzellen, wenn auch in geringem Grade, zugegeben wird.

Die auftretenden Variationen können also durch sie bedingt werden, einen viel grösseren Anteil hat jedoch die Vermischung der Keimmassen bei der geschlechtlichen Fortpflanzung, welche bei den höheren Organismen allgemein verbreitet ist und offenbar aus Zweckmässigkeitsgründen die herrschende geworden ist. Sie ist ein Mittel, um die günstigen Eigenschaften länger ausharren zu lassen und die ungünstigen zu beseitigen.

Diese Auslese macht sich schon bei der Entstehung der Keimmasse

des befruchteten Eies geltend, denn die Vererbungssubstanz des Kindes hat im Ei nur die halbe Grösse des »stirp« der beiden Eltern, wie es die räumlichen Verhältnisse mit sich bringen. Es müssen also bei der Befruchtung die Hälften unterdrückt werden. Dieser Umstand ruft einen scharfen Kampf um Raum (a sharp struggle for place) unter den Keimchen, welche zur Vererbung gelangen wollen und das Resultat ist, dass die passendste und tüchtigste Hälfte der Keimchen, beziehungsweise deren Eigenschaften, zur Auslese kommt. Die Keimchen ordnen sich zu bestimmten Gruppen an, von denen während des individuellen Lebens die meisten nicht zur Thätigkeit kommen, einzelne aber als Repräsentanten der Gruppen die Entwicklung beherrschen.

Galton sucht diesen Vorgang unter einem politischen Bilde zu veranschaulichen. Wie in einer grossen Wahlbewegung innerhalb einer Nation die verschiedenen Kandidaten emporzukommen suchen und allerlei Mittel in Bewegung setzen, so müssen doch einzelne unterliegen und nur eine beschränkte Zahl derselben geht als Repräsentanz der Nation aus der Urne hervor. So sind es auch nur einzelne Keimchen, welche aus der Keimmasse auserlesen werden, um die Eigenschaften derselben im Körper zu repräsentieren, die übrige Masse bleibt ausgeschlossen, entsendet aber bei einer neuen Generation, die einem neuen Wahlgeschäft vergleichbar ist, wieder andere, zum Teil aber auch gleichgesinnte Vertreter.

Wie man sieht, enthält diese neue Theorie der Pangenesis sehr tiefgreifende Änderungen nicht nur mit Bezug auf den Transportweg der Keimchen, sondern auch hinsichtlich der Auffassung der Erbmasse.

III. Pangenesislehre von Hugo de Vries.

Der holländische Botaniker H. de Vries ist unlängst (1889) in seiner bemerkenswerten Schrift »Intracellulare Pangenesis« ebenfalls für die Darwinsche Hypothese eingetreten, hat dieselbe jedoch in einer Weise umgestaltet, dass sie unseren heutigen Vorstellungen über den Bau und die physiologische Leistungen der zelligen Elemente besser entspricht. Er ist dabei sehr radikal und mit Aufwand von vielem Scharfsinn verfahren, wobei allerdings die Pangenesislehre eine total veränderte Physiognomie gewonnen hat.

Er verwirft die Darwinsche Transporthypothese der Keimchen oder die Annahme einer freien Cirkulation derselben und da nach seiner Annahme eine Vererbung erworbener Eigenschaften nicht stattfindet, so vereinfacht dies die ganze Frage wesentlich und ein Abwerfen von Keimchen auf verschiedenen Lebensstadien der Zellen wird damit überflüssig.

Manche zu Darwins Zeiten noch nicht existierende Anschauungen wurden ferner aus neueren Vererbungstheorien mit herübergenommen, so namentlich der von Weisman zuerst formulierte Gegensatz zwischen Keimzellen und somatischen Zellen.

Dadurch, dass de Vries die Keimchen in die Kernsubstanz verlegt, sie hier zum Teil passiv, zum Teil aktiv werden lässt und die vererbbaren Eigenschaften in den Zellen vom Keim aus wirksam werden lässt, bringt er die Pangenesislehre in eine annehmbare Form, die mit den Forschungsergebnissen der Neuzeit in besserem Einklang stehen. Wir geben hier in Kürze seinen Gedankengang, wobei wir häufig seine eigenen Worte gebrauchen, ohne diese jedesmal besonders anzuführen.

Betrachtet man die Merkmale irgend einer Art von der historischen Seite, so zeigt es sich bald, dass sie ein verschiedenes Alter besitzen und nicht alle zu gleicher Zeit erschienen sind. Es findet, je höher sich ein Organismus entwickelt, ein Fortschreiten von einfacheren zu zusammengesetzteren Merkmalen oder Eigenschaften statt. Die gemeinsamen Merkmale grösserer Gruppen sind im allgemeinen älter als diejenigen der kleineren Abteilungen. Auf unsere Haustiere übertragen, würde das

soviel bedeuten, dass z. B. die gemeinsamen Merkmale der Huftiere älter sind als diejenigen der Pferde oder Schweine oder der Wiederkäuer; die Rassenmerkmale wiederum jünger als die Artmerkmale.

Was für die Arten gilt, trifft auch für die verschiedenen Organe zu. Auch hier sind die Verschiedenheiten auf verschiedenartige Kombinationen der einzelnen erblichen Eigenschaften zurückzuführen.

Fast jede Eigenschaft kann unabhängig von den übrigen abändern, so dass sich hier zahlreiche Variationen und verschiedene Kombinationen denken lassen.

Die erblichen Anlagen, von denen die erblichen Eigenschaften die für unser Auge sichtbaren Merkmale sind, erscheinen also als selbständige Einheiten, welche zeitlich getrennt von einander entstanden sein und unabhängig von einander wieder verloren gehen können.

Diese Anlagen mischen sich in verschiedenen Verhältnissen, sie können unter ungünstigen Verhältnissen viele Generationen hindurch latent bleiben, d. h. sich nicht in eine für unser Auge sichtbaren Weise entwickeln, später aber wieder in die Erscheinung treten. (Rückschlag oder Atavismus).

Selbständigkeit und Mischbarkeit sind daher die wesentlichen und allgemeinsten Eigenschaften der erblichen Anlagen aller Geschöpfe.

Wie die meisten Forscher annehmen, sind die stofflichen Träger der erblichen Anlagen Teilchen von bedeutender Kleinheit, die wachsen und sich durch Teilung vermehren können. Statt der Bezeichnung »Keimchen« oder »Gemmules« hat de Vries für diese kleinsten Lebensteilchen die Benennung »Pangene« eingeführt. Sie sind nicht etwa gleichbedeutend mit den von der Chemie und Physik angenommenen Molekülen, es sind vielmehr morphologische Teilchen, die aus zahlreichen chemischen Molekülen zusammengesetzt sind.

Von den vielen Pangenen ist nicht etwa jedes Träger des ganzen Artcharakters, sondern nur von einzelnen erblichen Eigenschaften. Es müssen daher Gruppen von verschiedenen Pangenen, die Anlagen verschiedenartiger Eigenschaften enthalten, in irgend einer Weise zusammengehalten werden.

Bei jeder Zellteilung gehen in der Regel alle vorhandenen Arten von Pangenen auf die beiden neuentstandenen Tochterzellen über.

Wenn wir von Vererbungserscheinungen sprechen können, so beruhen diese darauf, dass die lebendige Materie des Nachkommen aus denselben Pangenen aufgebaut wird, wie diejenigen der Erzeuger.

Herrschen im Keime die Pangene des Vaters vor, so wird das Kind diesem ähnlicher als der Mutter, herrschen nur bestimmte Pangene des Vaters vor, so beschränkt sich die Ähnlichkeit auf einzelne Eigenschaften.

Hören gewisse Pangene auf, sich zu vermehren, so geht die an sie gebundene Eigenschaft verloren, was verhältnismässig selten eintrifft.

In dem Ei und in der Spermazelle sind alle Pangene der betreffenden Art vorhanden, jede Art von Pangenen in einer gewissen

Zahl. Vorwiegenden Eigenschaften entsprechen zahlreiche, schwach entwickelten Merkmalen wenig zahlreiche Pangene.

Die verschiedene Entwickelungsrichtung der Organe muss darauf beruhen, dass einzelne oder Gruppen von Pangenen sich stärker entwickeln als andere.

Je mehr eine bestimmte Gruppe vorherrscht, um so ausgeprägter wird der Charakter des betreffenden Teiles. Damit hängt wohl eng zusammen, dass äussere Einflüsse oft den Charakter eines Organes in frühester Jugend umändern können, dass dieses aber um so schwieriger wird, je weiter es in seiner Ausbildung vorgeschritten ist, d. h. je stärker bereits bestimmte Pangene vorherrschen.

Die Variabilität erklärt de Vries in Übereinstimmung mit dem von Darwin angeführten Modus.

Bei jedem Schritt, den die organische Umbildung macht, müssen neue Arten von Pangenen aus den vorhandenen entstanden sein; der Stammbaum der Art ist also das Spiegelbild des Stammbaumes seiner Pangene.

Hinsichtlich des Keimchentransportes wurde bereits bemerkt, dass de Vries eine freie Cirkulation in Abrede stellt und denselben auf einem Wege vor sich gehen lässt, der theoretisch annehmbar ist.

Nach den Erfahrungssatz, dass jede Zelle Abkömmling einer früheren Zelle ist, lassen sich alle Zellen zuletzt auf die befruchtete Eizelle als Ausgangspunkt zurückführen.

Man kann für den Körper einen Stammbaum seiner zahlreichen Zellen aufstellen, an welchem verschiedene Bahnen bis zu den letzten Ausläufern oder Ästen führen. Man könnte an diesem Stammbaum etwa fruchtbare und unfruchtbare Äste unterscheiden.

Hier werden nun die Begriffe »somatische Bahnen« und »Keimbahnen« eingeführt. Erstere sind die Bahnen, welche durch die Generationsfolge hindurch zu den gewönlichen Körperzellen hinführen, die Keimbahn dagegen wird durch die Zellengenerationen bezeichnet, welche mit dem Ei beginnen und zu den neuen Keimzellen hinführen.

Während alle übrigen Nebenbahnen, in denen die Körperzellen auslaufen, gleich den Blättern eines Baumes verwelken, so bleibt die Hauptbahn, die sogenannte Keimbahn, von einer Generation zur andern bestehen. Sie stellt die Kontinuität der verschiedenen Generationen her, sie ist das bleibende im Wechsel der zahllosen, zeitweise auftretenden Nebenbahnen.

Auf allen diesen Bahnen erfolgt nun der Transport der Pangene von einer Zellengeneration zur andern. Sie werden von einer Zelle der nachfolgenden übermittelt.

Gestützt auf die neuesten Befunde über die physiologische Rolle des Zellkernes muss de Vries naturgemäs den Sitz der Pangene zunächst in die Kernsubstanz verlegen, denn diese ist zweifellos Träger der vererbbaren Eigenschaften. Hier sind die Pangene zunächst geborgen,

verbleiben aber im Kerne grösstenteils im unthätigen Zustande. Um aktiv zu werden, müssen sie in das umgebende Zellenplasma austreten.

Aber nur wenige und gleichartige Vererbungsträger wandern vom Kerne nach aussen, wachsen und vermehren sich im äusseren Plasma, so dass dieses aus aktiven Pangenen zusammengesetzt wird.

In dem diese Keimchen in den Zellenleib übertreten, prägen sie den Zellen ihren bestimmten Charakter auf. Es ist dies offenbar eine Konzession an die physiologische Thatsache, die von verschiedenen Beobachtern der Neuzeit festgestellt wurde, dass vom Kerne aus eine Beherrschung des gesamten Zellenlebens erfolgt.

Wie man sieht, wird der Transport der Träger erblicher Eigenschaften in verhältnismässig einfacher und physiologisch annehmbarer Weise erklärt.

Im ganzen genommen ist die Pangenesislehre in dieser neuen Form geeignet, viele Vererbungserscheinungen dem Verständnis nahe zu bringen.

Die Hauptschwierigkeit hat de Vries damit umgangen, dass er die neuauftretenden Eigenschaften, die zahlreichen Variationen, als einfache Kombinationen und Permutationen von Keimchen erklärt. Die sichtbar werdenden Unterschiede beruhen auf dem Besitz verschiedenartiger Pangene und zwei Formen sind um so näher verwandt, je mehr gleichartige Pangene sie besitzen. »Die Anzahl der gleichartigen Pangene in zwei Spezies ist das wirkliche Mass ihrer Verwandtschaft.« Es wird also die Vererbung von erworbenen Eigenschaften in dem früher präzisierten Sinne in Abrede gestellt.

Eine weitere Schwierigkeit liegt in der richtigen Abgabe von aktiv werdenden Keimchen. Dass solche immer an der richtigen Körperstelle zur richtigen Zeit in die Zellen auswandern, um dort die feinsten Merkmale mit einer fast mathematischen Sicherheit auszuprägen, erscheint etwas schwer verständlich.

Es setzt dies einen verhältnismässig lockeren Verband der Keimchen voraus und da sollte man erwarten, dass viel häufiger Unregelmässigkeiten in der Zellen- und Organbildung auftreten, als dies in Wirklichkeit geschieht.

IV. Perigenesislehre von E. Häckel.

Im Jahre 1876 hat E. Häckel, der sich mit der Pangenesislehre nicht befreunden konnte, Ansichten über die Vererbung aufgestellt, welche in genauerem Einklang mit unseren Anschauungen über die Molekular-Kräfte stehen.

Er denkt sich die vererbende Substanz, deren Sitz damals noch nicht so genau bekannt war, wie dies heute der Fall ist, zusammengesetzt aus Keimchen und unsichtbaren Lebensteilchen, für welche er den Namen »Plastidule« wählte.

Wahrscheinlich sind diese winzigen Lebenseinheiten von Wasserhüllen umgeben und besitzen neben den allgemeinen physikalischen Eigenschaften, die man den Molekülen im allgemeinen zuschreibt, noch Lebenseigenschaften, die ihnen eigentümlich sind.

Da die Vererbung nur eine Teilerscheinung der Fortpflanzung ist, so ist das Wesen der letzteren näher ins Auge zu fassen. Neben der geschlechtlichen Fortpflanzung kommen noch einfachere Formen vor und sucht man das Gemeinsame heraus, so gehört die Fortpflanzung in das Gebiet der Wachstumserscheinungen: »Fortpflanzung ist Wachstum des Individuums über sein individuelles Mass hinaus.«

Den eigentlichen tiefsten Grund der Vererbung, wie sie bei der Teilung der sich fortpflanzenden Zellen oder bei der Ausscheidung von Keimzellen erfolgt, ist die Übertragung bestimmter Molekularbewegungen oder »Plastidul-Bewegungen«.

Wenn eine Zelle sich teilt, so geraten die davon abstammenden Tochterzellen oder Keimzellen unter verschiedenartige äussere Lebensbedingungen und die ursprüngliche Bewegungsform wird abgeändert, die Folge davon macht sich als Variation und Anpassung bemerkbar.

Die abgeänderten Bewegungen werden bei der folgenden Generation mit übertragen und schliesslich summieren sie sich in einer langen Kette von Generationen, so dass beträchtliche Abweichungen von der ursprünglichen Stammform erfolgen. Die Lebenserscheinungen der körperlichen Elemente setzen sich also zusammen aus alten Plastidulbewegungen, welche durch Vererbung übermittelt wurden und neuerworbene Plastidulbewegungen, verbunden mit Umlagerungen der Atome, welche die neuen Eigenschaften (Anpassungen) bedingen.

In dem gegenseitigen Kampf ums Dasein, der schon in den Molekülen oder Plastidulen sich bemerkbar macht, werden die tauglichsten das Übergewicht erhalten und damit zur Sonderung der Formen führen.

Aus der im Organismus durchgeführten Arbeitsteilung muss auf eine Arbeitsteilung der Plastidule zurückgeschlossen werden. Die geschlechtliche Fortpflanzung ist aus der Arbeitsteilung hervorgegangen und die geschlechtliche Zeugung ist weiter nichts, als die Verwachsung zweier Zellelemente, »welche durch weitgehende Arbeitsteilung ihrer Plastidule sich sehr verschiedenartig entwickelt haben.«

Bei der Befruchtung müssen sich also die Bewegungen der Ei-Plastidule und der Sperma-Plastidule zu einer Resultanten vereinigen, und aus diesem Vorgang erklärt sich der Umstand, dass das Erzeugte Eigenschaften von beiden Eltern ererbt.

Überblickt man die Genealogie einer Art, so ist der Gang der Entwicklung ein periodischer, man kann sich denselben etwa unter dem Bilde einer verwickelten Wellenbewegung vorstellen, in dieser Wellenlinie entspricht das Leben des Einzelwesens einer Welle. Da verwandte Arten zusammenhängen und aus einer gemeinsamen Stammform hervorgingen, so erhält ihr Stammbaum das Bild einer verzweigten Wellenbewegung. Der Entwicklungsprozess der Arten setzt sich aber zusammen aus denjenigen der Einzeltiere, die Entwicklung des Individuums ist das Resultat der Entwicklungsvorgänge an Zellen, diejenigen der Zellen wieder um das Resultat der Vorgänge in den sie aufbauenden Plastidulen.

Daraus schliesst Häckel, dass auch die Lebensentwicklung dieser letzten Elemente auf einer verzweigten Wellenbewegung beruht, und er nennt die periodische Wellenzeugung der Lebensteilchen die letzte Ursache des biogenetischen Prozesses, »Perigenesis der Plastidule«.

Die Plastidule haben also wesentlich andere Eigenschaften als die von Darwin angenommenen Keimchen.

Die »Gemulae« der Pangenesis sind Molekulgruppen, welche wachsen, sich ernähren und durch Teilung vervielfältigen, sie werden zeitweise abgestossen und vereinigen sich, um später wieder Zellen zu erzeugen.

Die Plastidule dagegen können zwar in ihrer nächsten Umgebung neue Bildungen der gleichen Art erzeugen, wie ein wachsender Krystall in der Mutterlauge, aber sie können nicht wandern, sondern bloss ihre Atomzusammensetzung ändern und ihre eigentümliche Plastidulbewegung auf benachbarte Teilchen übertragen.

Häckel gründet also eine Annahme auf das Prinzip der übertragenen Bewegungen und versucht damit eine einfache mechanische Erklärung. Mit der Übertragung materieller Teilchen vom Erzeuger auf das Erzeugte werden auch die besonderen Formen der Bewegungen übertragen.

Diese Übertragung nennen wir Vererbung, deren Abänderung durch äussere Einwirkung dagegen Anpassung.

Die Hypothese zeichnet sich, wie wir sehen, durch grosse Einfachheit aus, stellt übrigens im allgemeinen nur den leitenden Grund-

gedanken aus, ohne sich in Einzelheiten zu verlieren. Bei dem jetzigen unvollkommenen Zustande der Zellenphysiologie und Molekular-Mechanik wird man dies auch nicht erwarten dürfen.

Dass die Hypothese den äusseren Einflüssen und der Vererbung von erworbenen Eigenschaften einen grossen Spielraum gewährt, braucht wohl nicht besonders hervorgehoben zu werden.

V. Vererbungslehre von C. Nägeli.

Der verstorbene Münchener Botaniker C. Nägeli hat ohne Zweifel einen tiefgehenden Einfluss auf unsere modernen Anschauungen über das Wesen und die Vorgänge bei der Vererbung ausgeübt; dieser Einfluss beschränkt sich nicht allein auf die botanischen Gebiete, sondern erstreckt sich auch auf die Zoologie, denn es handelt sich bei der Vererbung ja offenbar um feine, mechanisch-physiologische Vorgänge, welche in der ganzen Organismenwelt nach einem gemeinsamen Grundsatz verlaufen. Nägeli hat seine theoretischen Anschauungen 1884 in seinem umfangreichen Werk: »Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre« niedergelegt.

Er sucht zunächst die Frage zu beantworten, welche Substanz als Träger der erblichen Eigenschaften angesehen werden muss.

Wie die Erfahrung lehrt, sind die Anlagen des werdenden Körpers bereits im befruchteten Ei vorhanden, denn aus einem Hühnerei wird stets ein Huhn, aus einem Froschei stets ein Frosch und niemals etwas anderes. Es sind gewisse äussere Umstände, welche die Anlagen zur Ausbildung gelangen lassen, beim Hühnerei beispielsweise eine gewisse Temperatur, diese sind aber nicht das Wesentliche und die noch verborgenen Merkmale, welche später sichtbar werden, beruhen auf einer bestimmten Zusammensetzung der vererbenden Substanz, diese enthält die Anlagen und wenn aus einem Hühnerei etwas Anderes wird als aus einem Entenei, so ist die Zusammensetzung dieser Substanz in den kleinsten Teilen verschieden, wenn diese Unterschiede zunächst auch nicht sinnlich wahrnehmbar sind.

Die Substanz, welche die Anlagen enthält, ist notwendig Plasma, denn dieses ist anerkanntermassen die eigentliche Lebenssubstanz.

Aber nicht das ganze Plasma, sondern nur der kleinere Teil desselben ist Träger erblicher Anlagen; Nägeli nennt es »Idioplasma« und stellt diesem das gewöhnliche, weit massigere »Ernährungsplasma« gegenüber, letzteres hat mit der Vererbung direkt nichts zu thun.

Dass dieser Gedanke vollkommen zutreffend ist, hat seither durch die Thatsachen vollkommen bestätigt werden können, denn nach dem

heutigen Stand der Zellphysiologie betrachten wir das Kernplasma und speziell das »Chromatin« oder die färbbare Substanz im Zellkern als die eigentliche Vererbungssubstanz.

Wenn zwei Geschöpfe verschieden sind, so beruht dies auf einer Verschiedenheit im feinsten Bau ihrer Idioplasmen und in jedem Tier, in jeder Pflanze verdankt jedes Organ und jeder unterscheidbare Organteil seine Eigentümlichkeit einem eigentümlichen Zustande des Idioplasmas.

Nägeli denkt sich, dass dieses aus kleinsten, unsichtbaren Teilchen, den »Micellen« zusammengesetzt wird, diese ordnen sich zu bestimmten Gruppen, besonders gern zu Micellenreihen. Diese Micellen sind nicht etwa identisch mit den chemischen Molekulen.

Nach seiner Ansicht ist das Idioplasma durch alle Teile des Organismus verteilt, erlangt aber an den einzelnen Punkten eine eigenartige Beschaffenheit, so dass bei der Pflanze bald ein Blatt, bald eine Wurzel oder eine Blüte hervorgeht; beim Tier an der einen Stelle Knochen oder Muskeln, Haare oder Federn aus der Anlage hervorgehen.

»Bei der Fortpflanzung vererbt der Organismus die Gesamtheit seiner Eigenschaften als Idioplasma. In der Keimzelle sind die Merkmale aller Vorfahren als Anlagen eingeschlossen.«

Die einen Anlagen können sich entfalten, manche Anlagen bleiben unentwickelt, gewisse andere schliessen sich sogar gegenseitig aus. Es giebt entstehende und verschwindende Anlagen.

Die Eigentümlichkeit der Vererbungssubstanz wird durch die molekuläre Zusammensetzung, besonders aber durch die Zusammenordnung der kleinsten Teilchen (Micellen) bestimmt. Ungleiche Gestalt, Grösse und Anordnung dieser Teilchen, sowie chemische Verschiedenheit derselben können zahllose Kombinationen im Organismus eingehen und damit ebenso viele Verschiedenheiten hervorrufen.

Nägeli nimmt aus mechanischen Gründen an, dass das Idioplasma ein ziemlich festes Gefüge besitzen muss, was hinterher ja eigentlich wiederum durch die Thatsachen bestätigt werden konnte. Unlöslichkeit ist eine weitere notwendige Eigenschaft.

Die angenommene Idioplasmasubstanz vermehrt sich während des Wachstums sehr bedeutend, da ja jede der neugebildeten Zellen eine gewisse Menge davon enthält. Nach und nach wird das im Keim enthaltene Idioplasma bei der Entwicklung zu einem Netzwerk feinster Stränge, welches sich als zusammenhängendes Gebilde über den ganzen Körper ausbreitet.

Bedenkt man, dass Verbindungen zwischen den einzelnen Zellen durch feinste Protoplasmaausläufer in einzelnen Fällen nachgewiesen sind und dass ferner das Chromatingerüst des Kernes im aktiven Zustande in Schleifen und strangartigen Gebilden auftritt, so ist diese Annahme von der Wahrheit nicht allzuweit entfernt.

Während der Entwicklung entfalten sich die Anlagen im grossen und ganzen in der gleichen Reihenfolge, wie sie entstanden sind, so

dass ein Organismus nacheinander die Zustände durchläuft, welche sein Stamm durchlaufen hat. Während dieses Prozesses behält aber das Idioplasma seine besondere Eigentümlichkeit bei, es wechseln nur seine Spannungs- und Bewegungszustände. Im Keimzustande kommt dieses komplizierte mechanische System gleichsam zur Ruhe; es kehrt nach allen Veränderungen wieder zu seiner ursprünglichen Beschaffenheit zurück, woraus sich die naturgemässe Folgerung ergiebt, dass wenn an irgend einer Stelle sich eine Zelle als Keim ablöst, dieselbe alle erblichen Anlagen der Eltern besitzt.

Diese Rückkehr in den früheren Zustand ist nicht eine ganz genaue, denn bei der Umbildung eines Geschöpfes im Laufe der Generationen kann das Idioplasma Umstimmungen und Umwandlungen erfahren, an denen jedes Einzelwesen in der ganzen Generationsfolge seinen Anteil hat.

Hier stellt sich nun Nägeli auf den Standpunkt, dass lokale Einwirkungen auf den Körper das Idioplasma beeinflussen und damit vererbbar werden. Er ist also Anhänger der Lehre der erworbenen Eigenschaften. Wie die Übertragung erfolgt, ist vollkommen dunkel. Es kann dies auf materiellem Wege durch Stoffwanderung oder durch Übertragung von Bewegungen (dynamisch) geschehen.

In einem wie im andern Falle muss eine Fortleitung der Umänderung angenommen werden, die Umstimmung pflanzt sich durch das ganze Idioplasmanetz fort. Übrigens muss wohl unterschieden werden zwischen äusseren Einwirkungen, welche nur eine vorübergehende Veränderung zur Folge haben und solche, welche die Vererbungssubstanz dauernd umstimmen. Nach Nägeli bewirken klimatische und Nahrungseinflüsse nur vorübergehende, aber keine vererbbaren Veränderungen, was allerdings in gewissen Fällen wenigstens für das Tierreich in Frage gestellt werden kann.

»Äussere Einwirkungen, welche nur geringe bleibende Veränderungen zur Folge haben, müssen während langer Zeit in dem gleichen Sinne thätig sein, so dass die Umstimmung zu einer bemerkbaren Grösse sich steigert.« Eine neue Anlage findet im Idioplasma gewisse Widerstände und diese müssen überwunden werden, bis diese Anlage zur Geltung kommt.

Daher die häufige Erscheinung, dass neue Merkmale gleichsam sprungweise auftauchen.

»Es verhält sich damit gleichsam wie mit einer verschlossenen Flasche, welche eine gärungsfähige Flüssigkeit enthält. Man bemerkt äusserlich nichts von der im Innern vor sich gehenden Bewegung bis der Pfropf durch das gespannte Gas herausgeschleudert wird.«

Indessen sind äussere Einwirkungen nicht die alleinigen, ja nicht einmal die vorherrschenden Faktoren, welche umbildend auf das Idioplasma einwirken.

Nägeli nimmt daneben noch »innere Ursachen« an, welche im Idioplasma selbst liegen. Dessen molekulare Kräfte scheinen ihm aus-

reichend, um eine stetige Umänderung und zwar im Sinne einer zusammengesetzteren Organisation und Funktion herbeizuführen.

Der Anteil der »inneren« und »äusseren« Ursachen bei der Umbildung verteilt sich so, dass jene die wesentlichen Züge der Organisation, den »Aufbau aus dem Groben« bestimmen, diese dagegen die zahlreichen Anpassungen an die Aussenwelt, die spezielle Gestaltung und Arbeitsteilung herbeiführen.

Dies Einführen von inneren Ursachen, die auf ein gewisses Entwickelungsziel im allgemeinen hinarbeiten, bilden wohl den anfechtbarsten Punkt in der Nägelischen Theorie, denn in dieser Form kommt der alte »Bildungstrieb« oder Vervollkommnungstrieb wieder zu Ehren.

Die eigenartigen Veränderungen, welche im Kulturzustande bei der Rassenbildung auftreten, bestreitet Nägeli als im Gegensatz zu Darwin und seiner Schule als anormale.

Rassen entstehen durch Kreuzung oder durch Krankheitsänderung im Idioplasma, häufig auch durch Zusammenwirken beider Momente.

Die Rassen entstehen im Gegensatz zu den natürlichen Abarten sehr rasch, oft in einer einzigen Generation und sind in ihrer Beständigkeit nur durch strenge Inzucht gesichert.

Bei der Rassenbildung infolge von Kreuzung werden nicht wirklich neue Anlagen erzeugt, sondern nur bereits vorhandene in anderer Weise kombiniert, oder es werden Störungen im normalen Lebensbetrieb zu ungehemmter und geschützter Entwickelung gebracht.

Inwieweit die Pflanzenzüchter dieser Auffassung zustimmen können, soll hier nicht untersucht werden, vom Standpunkte der Tierzüchter aus wird man ihr nicht unbedingt beipflichten können.

Gewiss haben wir bei verschiedenen Haustieren gut befestigte Rassen, welche als Kreuzungsprodukte aufgefasst werden müssen, bei andern ist dies nicht der Fall und es bliebe daher nur die Annahme übrig, dass sie aus den Anlagen einer krankhaften, geschwächten Vererbungssubstanz hervorgingen. Nun ist es freilich sehr schwer, zwischen normalen und krankhaften Zuständen eine scharfe Grenze zu ziehen.

Einen Massstab für gesunde Anlagen haben wir in der Haltbarkeit und Widerstandsfähigkeit der Merkmale gegenüber allerlei Einflüssen, es spricht sich dies in dem höheren oder geringeren Grade der Langlebigkeit aus. Da wir eine besondere Gruppe der »alten Kulturrassen« aufgestellt haben, die sich durch einen auffallend festen Bestand auszeichnet, kann von anormalem Charakter kaum die Rede sein, ebenso wenig handelt es sich um ein Kreuzungsprodukt.

Nägeli hätte wohl ohne Zwang gesteigerte äussere Einflüsse, wie sie eben unter den Bedingungen des Kulturlebens vorkommen, zur Entstehung der Rassen verwerten könnten. Diese bedingen eine rasche Umstimmung des Idioplasmas und damit in Verbindung zuweilen als Grundlage einer neuen Rasse ein sprungweises Auftreten neuer Merkmale.

Von hohem Interesse ist Nägelis Auffassung des Befruchtungs-

vorganges, wie er bei der geschlechtlichen Fortpflanzung, also auch bei unseren Haustieren stattfindet.

Da das Idioplasma allein den ununterbrochenen Zusammenhang zwischen den einzelnen Idividuen in der Generationsfolge herstellt und das Idioplasma allein die Anlagen vererbt, so ist das wesentliche bei der Befruchtung die Vereinigung der beiden elterlichen Idioplasmen, um das Idioplasma des Kindes zu bilden.

Aus den Vererbungserscheinungen muss geschlossen werden, dass eine Einfügung des männlichen Idioplasmasystems in das weibliche stattfindet. Früher wurde dargelegt, wie eine Verschmelzung der Keimzellen erfolgt.

Man kann sich den Vorgang jedoch nicht so vorstellen, dass die Idioplasmen in ihre einzelnen Teilchen oder Micellen zerfallen und dann nach gegenseitiger Vermengung wieder zu einem neuen System zusammen gefügt werden, denn das Idioplasma ist unlöslich und von ziemlich fester Beschaffenheit.

Die wahrscheinlichste Annahme ist die, dass infolge gegenseitiger Anziehung die beiden Idioplasmastränge sich aneinander lagern und die Micellarreihen gemischt werden, in dem abwechselnd die männlichen Micellen zwischen die weiblichen Micellen eingeschoben werden.

Eine logische Folgerung davon wäre, dass das kindliche Idioplasma von beiden Eltern gleichviel Anlagen ererbt und im grossen und ganzen ist dies ja durch die Erfahrung als richtig erwiesen. Was wir seither über diese nur äusserst schwierig zu verfolgenden Vorgänge am befruchteten Ei an Thatsachen erfahren haben (es mag hier namentlich an Boveris Ergebnisse erinnert werden), steht der von Nägeli vorgebrachten Anschauungsweise nichts entgegen.

Wenn Vater und Mutter gleichviel Anlagen auf das Kind übertragen, so ist damit nicht gesagt, dass letzteres in seinen Eigenschaften notwendig gleichviel von beiden Eltern an Eigenschaften zur Entwickelung bringe.

Es kommt eben auf die Entfaltung oder Nichtentfaltung der Anlagen an, von den letzteren bleiben ja manche latent, wie die zahlreichen Fälle von Rückschlag lehren. In der Beurteilung von Vererbung oder Nichtvererbung ist daher eine gewisse Vorsicht geboten.

Als Beispiel wird der Fall angeführt, dass eine Angorakatze und ein gewöhnlicher Kater einen Wurf gewöhnlicher Katzen erhielten. Man könnte dies auf die überwiegende Individualpotenz des Vatertieres zurückführen, allein die jungen Katzen enthielten doch viel Angorablut, bei der Begattung zweier derselben entstand in der dritten Generation neben gewöhnlichen eine weibliche Angorakatze. Man hat also stets mit latenten Anlagen zu rechnen.

Bei verschiedenartigen Eltern müssen einige Anlagen immer latent bleiben, weil die ungleichen Merkmale sich nicht zu Mittelbildungen verschmelzen können.

»Wiederholte Kreuzung kann die Ansammlung einer grösseren Anzahl verborgen bleibender Eigenschaften verursachen.«

Ob diese latenten Anlagen zur Entwickelung kommen, hängt einmal von ihrer Stärke, dann aber auch von ihrem Zusammenstimmen mit einen neu aufgebauten Idioplasma ab.

Dem mütterlichen Teil liegt es ob, den Keim eine Zeit lang zu ernähren, indessen hat dieser Umstand keinen Einfluss auf die Entfaltungsfähigkeit der mütterlichen Anlagen.

Es ist unbestreitbar, dass in der von Nägeli gebotenen Vererbungslehre, viele tiefe und fruchtbare Gedanken enthalten sind. Auf weitere molekular-physiologische Ausführungen derselben müssen wir verzichten, da eine allgemein verständliche Darlegung für den Nichtphysiologen zu schwierig ist.

VI. Keimplasmatheorie von A. Weismann.

Seit mehr als einem Jahrzehnt hat sich der Freiburger Zoologe August Weismann den Vererbungsproblemen zugewandt und mit vielem Scharfsinn eine bis ins Einzelne ausgearbeitete Vererbungslehre geschaffen, die im Laufe der Jahre verschiedene Wandlungen erfuhr und in ihrer fertigen Gestalt 1892 in seinem grösseren Werke »Das Keimplasma« veröffentlicht wurde.

Wenn der Verfasser auch lebhaften Widerspruch neben vielfacher Zustimmung erfahren, so wird man ihm doch einräumen müssen, dass sein Lehrgebäude neben tiefer Fachkenntnis eine ungewöhnlich gewandte Dialektik verrät.

Von allen Versuchen, die schwierigen Vererbungserscheinungen zu deuten, hat dieser den grössten Einfluss auf die Gegenwart ausgeübt und muss daher an dieser Stelle auch eingehender erörtert werden.

Die wichtigsten Grundgedanken finden sich freilich schon bei Galton ausgesprochen, doch kam Weismann unabhängig und auf anderem Wege dazu.

Als grundlegendes Postulat muss die »Kontinuität des Keimplasmas« angesehen werden. Er glaubt nämlich einen scharfen Gegensatz zwischen den niedersten, einzelligen Tieren und den vielzelligen höheren Tieren mit Bezug auf ihr körperliches Leben feststellen zu können.

Die allerniedersten Organismen einzelliger Natur vermehren sich nur durch Teilung, ihre lebende Substanz geht direkt auf die Nachkommen über, sie sind daher im eigentlichen Sinne des Wortes unsterblich. Es gibt bei ihnen wohl einen zufälligen nicht aber einen natürlichen Tod. Anders bei den höheren Tieren, welche vielzellig sind. Hier ist eine Arbeitsteilung zwischen den gewöhnlichen Körperzellen (somatischen Zellen) und den Fortpflanzungszellen eingetreten, so dass gleichsam beide eine getrennte Buchhaltung führen. Die Sonderung beider trat mit zunehmender Komplikation im Bau immer schärfer hervor.

Aus Zwecksmässigkeitsgründen und infolge natürlicher Auslese wurden die Körperzellen nach einer gewissen Zeit, welche für die ein-

zelnen Arten normiert ist, hinfällig. Wir bezeichnen das Aufhören des individuellen Lebens als Tod. Derselbe ist keine ursprüngliche Eigenschaft der lebenden Materie, sondern erst mit der Vielzelligkeit erworben wurden.

Die Keimzellen dienen dagegen der Fortdauer des Lebens über das sterbliche Einzelwesen hinaus, sie bilden den unsterblichen Teil des Körpers.

Im Sinne der Entwicklungslehre erlitt also das Leben keine Unterbrechung, nur die Formen, in welchen es im Individuum erscheint, haben gewechselt und die höchsten Lebensformen leiten sich in ununterbrochenem Zusammenhang von den niedersten ab, welche gleichzeitig die ersten waren.

Die Keimzellen, welche die Anlagen des Körpers übermitteln und somit Träger von verschiedenen latenten Eigenschaften sind, denkt sich Weismann unabhängig von den übrigen körperlichen Zellen entstanden, sie gehen nicht aus dem Körper des Individuums hervor, sondern »direkt aus der elterlichen Keimzelle«. In den verschiedenen Generationen, die sich aufeinander folgen, sind demnach die Fortpflanzungszellen nur verschiedene Stücke derselben Substanz und dies führt ihn zur Theorie von der »Kontinuität des Keimplasmas«.

Weismann nimmt den glücklichen Gedanken von Nägelis Idioplasma auf, freilich ist dessen Sitz lokalisiert und in der Substanz des Zellkernes zu suchen. Es ist gleichbedeutend mit der färbbaren Substanz, die im Zellenkern in Stäbchen- oder Schleifenform vorhanden ist.

Da den Unterschieden der Körperzellen eine Verschiedenheit des Idioplasmas entsprechen muss, so sind die gesetzmässigen Veränderungen, welche mit der Teilung des Eies beginnen und mit dem Tode aufhören, auf innere Änderungen des Idioplasmas zurückzuführen. Die verschiedenen Eigenschaften werden bei der Zellteilung gleichsam auseinander gelegt.

Vererbungssubstanz im strengsten Sinne des Wortes d. h. diejenige Substanz, welche sämtliche Anlagen für den Körper enthält, ist nur das Idioplasma der Keimzelle und nur diese bezeichnet Weismann mit dem Namen »Keimplasma«. Der Begriff ist also enger als der Idioplasmabegriff, dagegen deckt es sich ungefähr mit dem Begriff »stirp«, den Galton in die Wissenschaft eingeführt hat.

Da nun Keimplasma gleichbedeutend mit der färbbaren Kernsubstanz des befruchteten Eies ist, so muss strenggenommen nur diese als unsterblich angesehen werden, nicht aber die ganze Keimzelle. Das Keimplasma besitzt die Fähigkeit des Wachsthums und kann sich vermehren.

Unter dem Keimplasma hat man sich keineswegs eine gleichförmige Masse zu denken, sondern Weismann nimmt eine feste und durch Vererbung erlangte Architektur derselben an, sie ist aus höheren und niederen Einheiten zusammengesetzt. Die einfachsten, letzten Einheiten

nennt er »Biophoren« und denkt sich darunter Gruppen von Molekülen, die unter sich sehr verschieden sein müssen. Zahl der Moleküle und chemische Beschaffenheit bedingen zahlreiche Verschiedenheiten unter den Biophoren. Diese sind ähnlich wie die Pangene Träger von Lebenseigenschaften, genauer gesprochen Träger von Zelleneigenschaften. Die grosse Menge verschiedenartiger Biophoren geht aus der Mannigfaltigkeit der Zellen hervor.

Die Biophoren haben die gleichen Grundeigenschaften wie die höheren Einheiten, die Zellen. Sie können sich teilen, doch geschieht die Vermehrung so, dass vorhandene Biophoren stets wieder solche von gleicher Art erzeugen.

Im Kern, genauer gesprochen in der färbbaren Substanz des Kernes, sind die Biophoren gleichsam magaziniert und treten dann durch die Poren dės Kernmembran hindurch in den Zellkörper ein, um sich hier zu vermehren und der Zelle ihr bestimmtes Gepräge zu verleihen. Die Bildungszellen des Keimes werden Nerven- oder Muskelzellen, in dem Nerven- oder Muskel-Biophoren austreten und die Zelle umgestalten. Da die Zelle verschiedene Bestandteile enthält, genügt eine einzige Art von Biophoren nicht, sondern sie erhält davon verschiedene Arten.

Die Biophoren sind in fester Weise zu höheren Einheiten verbunden, Bestimmungsstücke oder »Determinanten« genannt. Diese sind natürlich an Zahl geringer. Sie nehmen in der Architektur des Keimplasmas eine bestimmte Lagerung ein und bestimmen grössere oder kleinere Zellenbezirke in ihrem Charakter. Wenn z. B. das Haarkleid eines Rindes fleckig ist, so wird man für die schwarzen, roten oder weissen Flecke verschiedene Biophorengruppen oder Determinanten annehmen müssen. Die nächst höhere Einheit ist das »Id« und zahlreiche Ide können wieder zu »Idanten« zusammentreten. Die beiden letzten Einheiten sind der sinnlichen Wahrnehmung noch zugänglich.

Als Idanten können wir die bei der Teilung der Zelle auftretenden Kernstüchen (Chromosomen) ansehen. Diese lassen sich mit Hilfe von ganz starken Vergrösserungen in kleinste, perlschnurartig an einander gereihte Teilchen (Mikrosomen) zerlegen, welche etwa als »Ide« angesprochen werden könnten.

Die Keimplasma-Ide übertragen während der Entwicklung gesetzmässige Veränderungen auf die folgenden Idstufen, die Determinanten welche gleichsam nach und nach dem Reifezustand entgegengeführt werden, erfahren eine Zerlegung und lösen sich in die Biophoren auf, welche die Zelle bestimmen.

Die Entwicklung führt eine Auseinanderlegung der verschiedenen Einheiten herbei, wobei jede an ihren bestimmten Platz im Körper gelangt.

Bei der Umwandlung der tierischen Form ändern zu allererst die Biophoren, dann kommen die Determinanten an die Reihe, welche eine Vermehrung erfahren.

Wo wir ganze Organe verkümmern und schliesslich völlig ver-

schwinden sehen, da nimmt die Kraft der betreffenden Determinanten-Gruppen ab, bis diese zuletzt verschwinden.

Die Anschauung, zu der also Weismann hinsichtlich der Zusammensetzung des Keimplasmas gelangt, ist folgende: «Das Keimplasma ist ein unendlich fein zusammengesetzter Organismus, ein Mikrokosmus im wahren Sinn, in welchem jeder selbständig variable Teil, der in der ganzen Ontogenese (Keimesentwicklung) vorkommt, auch durch ein lebendes Teilchen vertreten ist, und in welchem jedes dieser Teilchen seine bestimmte vererbte Lage, Zusammensetzung und Vermehrungsgeschwindigkeit hat.« Damit will der Autor freilich nicht sagen, dass es etwa Abbilder der fertigen Teile sind, welche das Keimplasma zusammensetzen.

Tritt das Keimplasma in Thätigkeit, so ist es einer sich entfaltenden Armee zu vergleichen, die Idanten, Ide, Determinanten und Biophoren sind dann gleichsam die taktischen Einheiten, die Regimenter, Bataillone, Kompagnien, sie manöverieren während der Entwicklung nach einem genau vorgeschriebenen Plan, nach und nach kommen alle Einheiten zur Aktion, mit Ausnahme der Umgebung des Generalstabes, der unabhängig und verhältnismässig stabil die übrigen Massen beherrscht.

Da bei den höheren Organismen wie z. B. bei unseren Haustieren die Keimzellen verhältnismässig spät gebildet werden, so ist noch die Frage zu erörtern, in welcher Weise man sich alsdann den ununterbrochenen Weg des Keimplasmas zu denken hat.

Im Sinne Weismanns ist ja letzteres allein diejenige Substanz, welche bei der Vererbung das entscheidende Moment bildet.

Nun geht der Gang der Entwickelung, soweit er sich äusserlich verfolgen lässt, in der Weise vor sich, dass das Ei sich in die Furchungszellen zerlegt und anfänglich noch indifferente Bildungszellen oder Embryonalzellen entstehen, aus denen sich die definitiven Organe und Gewebe, also auch die keimbereitenden Organe erst später aufbauen und ihren definitiven Charakter annehmen.

Wenn eine Vererbung erfolgt, d. h. die Eigenschaften der Eltern auf das Kind übergehen, so muss die Keimzelle, aus welcher das Kind hervorgeht, genau die gleichen Ide und Determinanten von Keimplasma enthalten, welche in der Keimzelle vorhanden waren, aus welcher sich der elterliche Organismus entwickelte.

Wie kann nun trotz der Veränderungen bei der Furchung und Bildung von Embryonalzellen und Gewebszellen doch wieder die gleiche Substanz in den Keimzellen der nächsten Generation auftreten?

Hier sind zwei Annahmen möglich. Entweder sind die Veränderungen, welche das Kernplasma während der Keimperiode erleidet, so beschaffen, dass sie wieder leicht rückgäng gemacht werden können und dann findet eine Rückverwandlung gewisser Körperzellen in Keimplasma statt; oder das Keimplasma des Kindes leitet sich direkt vom elterlichen Keimplasma ab. Weismann hält die letztere Annahme für

die richtige und betont den Gegensatz zwischen den Körperzellen und Fortpflanzungszellen.

Gewisse »Keimbahnen« führen durch den Körper des Individuums hindurch zu den Keimzellen, aus welcher die nächste Generation entsteht. Bei niederen Tieren sind diese Bahnen zahlreich, bei den höheren dagegen nur in beschränkter Zahl vorhanden, hier führen sie durch die Urkeimzellen hindurch zu den späteren Keimstätten.

Die Zellgenerationen, welche in diesen Bahnen liegen, behalten einen Teil des im Eikern vorhandenen Keimplasmas unverändert bei, dieses verharrt aber im unthätigen Zustande. Es hindert dies jedoch nicht, dass daneben auch aktives Keimplasma vorkommt, welches den Zellen ihr bestimmtes Gepräge verleiht. Das »Nebenkeimplasma wird also in gebundenem Zustande durch mehr oder minder lange Zellfolgen hindurch weiter gegeben, bis es schliesslich zuerst seine Inaktivität in irgend einer von der Eizelle mehr oder weniger weit entfernten Zellgruppe aufgiebt und nun der betreffenden Stelle den Stempel der Keimzelle aufdrückt.

Diese Versendung des Keimplasmas von der Eizelle bis zu der Keimstätte der Fortpflanzungszellen hin geschieht in gesetzmässiger Weise und durch ganz bestimmte Zellfolgen hindurch, welche von mir als Keimbahnen bezeichnet wurden. Sie sind nicht äusserlich kenntlich, lassen sich aber von ihren Endpunkten, den Keimzellen aus rückwärts bis zur Eizelle zurück erschliessen.«

Zerstören der Geschlechtsdrüsen (Kastration) vernichtet diese Keimbahnen und verhindert wenigstens bei höheren Tieren, dass sich an anderen Körperstellen als Ersatz neue Keimzellen bilden.

Die Annahme solcher Keimbahnen ist nicht so bedenklich, als es auf den ersten Moment erscheinen mag, denn bei manchen niederen Wesen fallen, wie aus ihrer Entwickelungsgeschichte bekannt ist, die Keimbahnen recht kurz aus. Wir kennen einzelne Fälle (z. B. bei Sagitta und Moina) wo die »Urkeimzellen« schon auf einer sehr frühen Stufe, schon während der Bildung der beiden ersten Keimblätter angelegt werden.

Die Hauptschwierigkeit bei jeder Vererbungslehre bietet die Erklärung der »erworbenen Eigenschaften«. Nägeli hat wie übrigens auch Galton zugegeben, dass gewisse Merkmale, die während des individuellen Lebens erworben werden, unter Umständen einen Einfluss auf die Erbmasse gewinnen. Allein es ist für uns doch schwer, einen Mechanismus auszudenken, der mit einiger Zuverlässigkeit die Übertragung von einer bestimmten Körperstelle aus auf das Keimplasma besorgt.

Diese Schwierigkeit hat Weismann in sehr einfacher Weise dadurch umgangen, dass er das erste Auftauchen einer neuen Eigenschaft als Anlage in das Keimplasma verlegt und die Übertragung von »erwor-

benen« Eigenschaften, d. h. solchen, welche während des individuellen Lebens an irgend einer Stelle des Körpers neu auftraten, als unmöglich hinstellt und sie gänzlich leugnet.

Damit wird ein übertragender Mechanismus überflüssig. Er erzielt aber noch den weiteren methodischen Vorteil, dass seine Annahme durch das Experiment gar nicht geprüft werden kann; tritt eine Vererbung eines erworbenen Merkmales nicht ein, so spricht das zu seinen Gunsten, vererbt es sich aber, so war es eben schon vorher als unsichtbare Anlage im Keimplasma vorhanden, dort entstand es überhaupt zuerst als Anlage.

Damit wird das Lamarcksche Prinzip wenigstens für die vielzelligen Tiere völlig beseitigt. Nach demselben sind es die äusseren Einflüsse, welche zuerst verändernd auf die Thätigkeit des Tierkörpers oder doch wenigstens auf bestimmte Organe einwirken und hinterher werden diese Veränderungen vererbt. Weismann hebt dieses Prinzip zwar nicht völlig auf, denn bei den allerniedersten, einzelligen Lebewesen, bei welchen es ja zu keiner Scheidung zwischen Körperzellen und Fortpflanzungszellen kommen kann, können ja nur äussere Einflüsse die Veränderungen hervorrufen.

Da aber dennoch bei höheren Tieren Veränderungen vorkommen, die auf Keimesvariationen beruhen und als Anlagen im Keimplasma auftreten, bevor sie im Körper sichtbar werden, so hat später die Auslese zu entscheiden, ob solche als zweckmässige vererbt werden oder als unzweckmässige ausgemerzt werden müssen.

Er stellt also alles auf diese Auslese ab und betont die »Allmacht der Naturzüchtung«. Bei unseren Haustieren hat die künstliche Züchtung darüber zu entscheiden, was vererbt werden soll, durch äussere Ein wirkungen, von der Ernährung natürlich abgesehen, kann der Tierszüchter nicht erzielen, allein seine dahin gerichtete Bemühungen wären fruchtlos.

Nimmt man als Beispiel das englische Vollblutpferd, dessen Entstehung ja allgemein bekannt ist, so wäre es nach Weismann unrichtig zu sagen, dass die fortwährende Übung auf der Rennbahn und Weiterzüchtung der schnellsten Pferde die Körperform nach und nach verändert wurde, der Kopf kleiner, der Hals länger und das Gestell höher geworden.

Dies sei eine Voraussetzung, deren Richtigkeit erst bewiesen werden müsste. Er bestreitet das: »Nicht das Rennen hat die Pferde in 200 Jahren zu Rennpferden gemacht, sondern die Auswahl der für da- Rennen vorteilhaftesten Variationen unter den Nachkommen ausgezeichneter Schnellläufer. Was berechtigt uns also, grade beim Rennpferd anzunehmen, das die Übungsresultate des Einzellebens bei den eingetretenen Veränderungen der Nachkommen eine Rolle spielen?

Doch wohl nichts anderes, als das Vorurteil, es müsse so sein,« (Weismann).

Wenn demnach die Auslese die weniger leistungsfähigen Individuen

beseitigt, so entfernt sie damit die vom Keim her schwächer beanlagten Individuen und die Steigerung eines Organs im Laufe der Generationen beruht nicht auf der Summirung der Übungsresultate des Einzellebens, sondern auf der Summirung günstiger Keimesanlagen.

Wenn z. B. die Raubvögel sich durch ein auffallend scharfes Gesicht auszeichnen, so rührt dies daher, dass die Auslese stets die Träger des besten Sehvermögens begünstigt und die Individuen mit schlechterem Gesicht unterdrückt; es ist also nicht die fortwährende Übung beim Erspähen der Beute, welche das Auge verbessert hat.

Weismann beruft sich auf die Nichtvererbbarkeit von Verstümmelungen, um die Übertragung erworbener Eigenschaften in Abrede zu stellen.

Eine besondere Schwierigkeit bietet die Erklärung der Erscheinung, dass in jedem vielzelligen Körper die innere Einrichtung bis auf die Zellen herab eine höchst zweckmässige geworden ist.

Wenn wir die Einzelheiten im Bau der Knochen, der Muskeln, der Drüsen oder der Sinneswerkzeuge verfolgen, so sind diese in vollendeter Weise dem Zweck, dem sie zu dienen haben angepasst, d. h. sie leisten mit dem geringsten Aufwand von Material das Maximum. Wörtlich zu nehmen ist dieser Ausdruck allerdings nur im Allgemeinen, denn die Vollkommenheit im Bau des Körpers ist niemals eine absolute, sondern nur eine annähernde.

Man erklärt sich die Sache so, dass ein »Kampf der Teile im Organismus« stattfindet, dass die einzelnen Lebenselemente bei dieser Konkurrenz ums Dasein nicht alle gleichmässig sind und schliesslich bei dieser inneren Auslese (Intraselection) nur die tauglichsten zur Entwickelung kommen. So entstanden schliesslich die zahlreichen zweckmässigen und oft höchst verwickelten Strukturen in den verschiedenen Geweben.

Allein »nicht die einzelnen zweckmässigen Strukturen werden vererbt, sondern die Qualität des Materials, der Bausteine, aus welchen die Intraselektion (innere Auslese) sie in jedem Einzelleben neu wieder aufbaut.« Die Keimzelle liefert also nur eine Substanz und überlässt es der Spezialanpassung im Körper, daraus etwas Taugliches aufzubauen.

Die Personalauslese begünstigt nur das gute Material, seine spätere Verwendung im Körper ist Sache der Intraselektion.

Auf diese führt Weismann auch die Erscheinung zurück, dass die Abänderung eines Organes Umänderung eines andern zur Folge hat.

Wenn das Geweih eines Hirsches im Laufe der Artenentwickelung zugenommen hat, so mussten auch Kopf und Nacken stärker werden, um die Last zu tragen; wenn das Wildschwein in den Stall gebannt wird, seine Hauer durch Nichtgebrauch schwächer werden, die Hinterhauptschuppe ihre Lage verändert und die Kopfmuskulatur mit ihren Ansätzen schwächer wird, so erfolgt keine Vererbung dieses Resultates der Korrelation, es ist auch gar nicht nötig, dass sie alle gleichzeitig

durch Keimesvariationen vertreten werden, sondern die Reizwirkung auf die Gewebe und die Anpassung bei jedem Einzeltiere reichen zur Erklärung der Veränderungen aus.

Wir kommen damit zu jenen Fällen, wo Gebrauch oder Nichtgebrauch Veränderungen der Organe zur Folge hat. Die Entwickelung irgend eines Körperteiles kann sich in aufsteigender Linie bewegen. Weismann betont, dass ein Organ sich nur dann auf der Höhe der Entwickelung zu halten vermag, wenn es fortwährend Gegenstand der Auslese bildet. Daraus folgt logischerweise, dass gewisse Organe von der Auslese auch vernachlässigt und schliesslich gänzlich unberücksichtigt werden.

Es giebt also gewissermassen eine negative Auslese. Dieselbe wird als »Panmixie« bezeichnet und ist als Mangel einer Kontrolle durch die Züchtung aufzufassen. Ein der Panmixie anheimgefallenes Organ sinkt von der Höhe seiner Ausbildung herab, erhält sich aber zunächst dennoch, weil ja diejenigen Tiere, welche bestimmte Teile in weniger vollkommener Ausbildung besitzen, nicht untergehen. Ein grosser Teil der Abänderungen, welche man dem direkten Einfluss äusserer Lebensbedingungen zuschreibt, muss auf Panmixie zurückgeführt werden, wie z. B. die grosse Veränderlichkeit der meisten Haustiere.

Eine Gans oder Ente z. B. braucht im Hühnerhof nicht mehr zu fliegen, um sich ausreichende Nahrung zu verschaffen, die scharfe Auslese unter den Fliegern hört bei den Nachkommen auf und damit tritt eine Verschlechterung des Flugorganes ein. Der Mangel an Auslese und nicht der Mangel an Übung haben diese Veränderung bewirkt.

Da alle neuen Anlagen zuerst im Keimplasma auftreten und erfahrungsgemäss eine Haustierform schon im Laufe weniger Generationen stark von ihrer früheren Entwicklungsbahn abbiegen kann, äussere Lebensbedingungen aber ohne Einfluss auf das Keimplasma sind, so muss nach einer allgemeinen Ursache der Abänderungen gesucht werden.

Weismann erblickt zunächst die Ursache von erblichen, individuellen Abänderungen in der Form der Fortpflanzung, welche bei den höheren Tieren eine geschlechtliche ist. Diese führt zu einer Verschmelzung der Keimzellen, wobei gewissermaassen zwei Vererbungstendenzen mit einander vermischt werden.

Diese Vermischung zweier Keimplasmen (Amphimixis) schafft das Material an individuellen Unterschieden, über welche nachher die Auslese entscheidet, was zur Vererbung gelangen soll und was im Laufe der Generationen gesteigert werden soll.

Während man früher der Meinung war, dass eine fortgesetzte Vermischung bei geschlechtlicher Fortpflanzung eher eine Ausgleichung herbeiführen, vorhandene Unterschiede wieder verwische, so werden im Gegenteil stets neue Kombinationen geschaffen, wenigstens der Anlage nach. Die Auslese kann dann je nach Bedürfnis steigern oder wieder abschwächen.

Wenn die künstliche Züchtung neue Rassen hervorbringt, so summiert sie eben gewisse Eigenschaften der Eltern fortwährend.

Anfänglich hielt Weismann die Amphimixis oder Vermischung der Individuen als die einzige Quelle für die Abänderungen bei höheren Tieren, später verliess er jedoch diese Annahme und sah in ihr zwar eine unerlässliche Bedingung für die Entstehung neuer Formen, die Pforte, durch welche alle neue Variationen durchgehen müssen, nicht aber die letzte Wurzel der vererbbaren Abänderungen.

Die Wurzel liegt tiefer, sie muss »in einer direkten Einwirkung der äusseren Einflüsse auf die Biophoren und Determinanten (des Keimplasmas) liegen.«

Der Annahme von Nägeli, dass das Keimplasma im Laufe der Zeit von innen heraus und gesetzmässig sich verändere, um eine Umwandlung der Art hervorzurufen, kann er nicht beistimmen, denn einmal will er keine neue Naturkraft in die Erklärung von unbekannten Naturerscheinungen einführen und zweitens müssten die Abweichungen ja alle Angehörigen einer Art betreffen, während die gewöhnlichen individuellen Abweichungen bedeutungslos und vergänglich werden. Dem widerpricht aber die Erfahrung. Von äusseren Einflüssen kommt hauptsächlich die Ernährung in Betracht. Diese ist nicht immer gleichmässig, sondern Schwankungen unterworfen und dies führt zu unausgesetzten Schwankungen während der Vermehrung des Keimplasmas bezüglich der darin vorhandenen Bestimmungsstücke oder Determinanten. Diese Abweichungen sind zunächst sehr geringfügig, aber sie können sich summieren, wenn die Ernährungsänderungen, welche sie hervorriefen, mehrere Generationen hindurch andauern. Dann kommt die Vermischung verschiedener Keimplasmen, welche ihnen zur Herrschaft verhilft und zuletzt beginnt die Auslese einzugreifen. Die Vermischung oder Amphimixis hat die wichtige Aufgabe, so mannigfaltige Kombinationen von Merkmalen zu schaffen, dass eine richtige Auswahl getroffen werden kann.

Unter diesen Gesichtspunkten erscheint das Wesen der geschlechtlichen Fortpflanzung und Befruchtung in einem wesentlich neuen Lichte. Sie bedeutet nicht eine Verjüngung oder Erneuerung des Lebens, sondern sie ist nichts weiter als eine notwendige Einrichtung, um die Vermischung zweier verschiedener Vererbungsanlagen möglich zu machen. Über die Vorgänge bei der Vermischung belehren uns neuere Beobachtungen. Vor der Befruchtung zieht sich das Keimplasma zu einer bestimmten Zahl von Kernstäbchen zusammen. Dies sind die Idanten. Die Zahl derselben ist auf der väterlichen und mütterlichen Seite dieselbe. Enthält z. B. das Ei des Pferdespulwurmes, wenn es befruchtungsfähig ist, zwei Kernstäbchen, so enthält auch die eindringende Samenzelle deren zwei, aber das befruchtete Ei weist später vier auf.

Daraus folgt aber auch ohne weiteres die Notwendigkeit einer Reduktionsteilung des Kernmateriales vor der Befruchtung.

Die erstmalige Vermischung führt zur Vererbungssubstanz des Kindes, die aus zwei verschiedenen Substanzen besteht. Wiederholt sich der

Vorgang in den folgenden Generationen, so müsste die Keimplasmamasse und die Zahl der Kernstäbchen jedesmal aufs Doppelte anwachsen. Schliessen könnten diese garnicht mehr in dem Kern magaziniert werden, es sei denn, dass in den jungen Keimzellen nur die halbe Menge von Keimplasma heranwüchse. Dem widerspricht aber die gleichbleibende Zahl und Grösse der Kernstäbchen oder Chromosomen.

Die verschiedenartige Zusammensetzung der Kernschleifen infolge der sich wiederholenden Vermischung wird wesentlich dadurch unterstützt, dass im Ruhestand einer Zelle, welche jeder späteren Teilung vorausgeht, welche einer Umordnung der Kernsubstanz zu einem zusammenhängenden Kerngerüst stattfindet. Mit der Befruchtung ist die Bestimmung des Kindes gegeben.

Man kann die Frage aufwerfen, wie sich der Anteil von Keimplasma mit den darin enthaltenen Bestimmungsstücken in der neuen Mischung verhält.

Da das Keimplasma aus verschiedenen Idanten besteht und vor der Befruchtung eine Reduktion stattfindet, so ist es unmöglich, dass in der Mischung sämtliche Idanten der Eltern enthalten sind, sondern nur die Hälfte von jedem der Eltern. In dieser Hälfte können Vererbungsanlagen früherer Generationen in verschiedenen Verhältnissen enthalten sein; wieviel, das lässt sich bei der Launenhaftigkeit des Rückschlages nicht bestimmen.

Sind die väterlichen und mütterlichen Bestimmungsstücke und Ide im Keimplasma gemengt, so bleibt ihre Zahl während der Entwicklung stets dieselbe.

Dass der neue Organismus genau die Mitte hält zwischen den beiden Eltern, ist im Einzelfall wohl möglich, darf aber nicht als Regel hingestellt werden. Denn die bestimmende Kraft der Determinaten und Biophoren, soweit es sich um die entsprechenden Bestimmungstücke des Vaters und der Mutter handelt, ist ungleich.

Bei reiner Mittelbildung wirken alle Ide gleichmässig zusammen, wo aber das Kind einseitig bald dem väterlichen, bald dem mütterlichen Erzeuger ähnelt, da sind eben ganze Gruppen von Bestimmungsstücken während der Entwicklung lahmgelegt worden und im Kampf der Teile sind gewisse Teilstücke oder Ide siegreich geworden (dominierende Ide). Diese Herrschaft beginnt erst dann, wenn die Biophoren aus dem Kern austreten, um die Zellen in ihrem Charakter zu bestimmen. In den Elementen des Reservekeimplasmas ruht dieser Kampf, weil diese nicht sichtbar sind.

Welche Vererbungsanlagen siegreich werden, lässt sich im Voraus nicht angeben und es sind hier alle möglichen Fälle denkbar; erst die Vererbungserscheinungen im neuen Organismus geben uns über den Ausgang im Kampf derselben Aufschluss. Zum Beispiel können die vorderen Gliedmassen rein mütterlich, die hinteren rein väterlich, die Schädelform väterlich und das Gesicht mütterlich sein.

Die einseitige Vererbungskraft tritt besonders bei der »Individual-

potenz hervor, wo nicht allein ein bestimmtes Zuchttier bei jeder Befruchtung herrschende Id-Gruppen liefert, von dem auch in der späteren Generation deren Überwiegen noch bemerkbar wird. Hier ist es wesentlich, dass die herrschenden Id-Gruppen des Keimplasmas eines bestimmten Elters jedesmal wieder in das Keimplasma gelangen. Vielleicht wird dies so erzielt, dass hier ausnahmsweise bei den Reduktionsteilungen vor der Befruchtung genau zwischen dem väterlichen und mütterlichen Anteil durchgeschnitten wird, was sonst nicht Regel ist.

An der Hand seiner Theorie giebt Weismann auch eine Erklärung des Rückschlages, der alle Grade durchläuft, bald nur einzelne Merkmale betrifft, bald auch die frühere Stammform vollständig hervortreten lässt.

Schon die Thatsache, dass einzelne Organe und deren zellige Bestandteile die Merkmale von dem väterlichen und mütterlichen Erzeuger erkennen lassen, lässt darauf schliessen, dass die Bestimmungsstücke oder Determinanten, welche aktiv werden an der Stelle, deren Charakter sie bestimmen, mindestens doppelt vorhanden sein müssen. Das gleiche gilt für die Ide, welche ja aus Determinanten aufgebaut werden.

Da aber so häufig Rückschläge in eine frühere Generation auftreten, so ist man gezwungen, nicht allein eine doppelte, sondern sogar eine mehrfache Zahl von Determinanten und Iden anzunehmen.

Es werden vielfach Fälle angegeben, wo ein Kind das Bild des Grossvaters, weniger das des Vaters hervortreten lässt, doch ist der Rückschlag wahrscheinlich niemals ein so vollständiger, wie man annimmt. In solchen Fällen handelt es sich um eine Reduktionsteilung in der Weise, »dass die für das Bild des Grosselters bestimmend gewesene Idantengruppe ganz oder teilweise in der Keimzelle des Elters enthalten war, aus welcher sich der Enkel entwickelte, und dass ihr vom anderen Elter her eine minderstarke Identengruppe gegenübertrat.«

Rückschläge traten, wie aus den zahlreichen Angaben von Darwin hervorgeht, besonders häufig auf, wenn verschiedene Rassen, z.B. Tauben- oder Hühner-Rassen gekreuzt werden. Diese Rückschläge sind aber wahrscheinlich auch keine vollkommenen, sondern betreffen nur einzelne Merkmale oder Gruppen derselben.

Die Umwandlung einer Stammform in eine bestimmte Rasse wird nun niemals so erfolgen, dass sämtliche Bestimmungsstücke gleichzeitig abändern, sondern die Umprägung geschieht so, dass zuerst einzelne Gruppen von Bestimmungsstücken abändern und später die Majorität erlangen; eine Minorität bleibt dagegen unverändert. Bei der Reinzucht werden die erworbenen Merkmale wohl erhalten, bei der Rassenkreuzung aber kann es vorkommen, dass die abgeänderten Rassendeterminanten ihre Kräfte nicht summieren, sondern sich gegenseitig hemmen. Damit können die Stammesdeterminanten, welche in der Minderzahl vorhanden sind, sich summieren und wenn sie zahlreich genug vorhanden sind,

bei der Bestimmung des Charakters einzelner Organe ausschlaggebend werden, d. h. den Rückschlag hervorrufen.

Als teilweisen Atavismus, der nur gelegentlich auftritt, kennt man das Gestreiftwerden an den Beinen der Esel und Pferde, sowie ihres Kreuzungsproduktes, des Maultieres. Hier wird man annehmen müssen, dass noch einzelne Stammesdeterminanten des Haarkleides einer früheren Vorfahrenform vorhanden sind, aber dann ein Übergewicht erlangen, wenn sie in günstiger Weise zusammentreffen. Dass der Rückschlag nicht jedesmal erfolgt, beweist, dass der Gehalt an Stammesdeterminanten im Keimplasma nicht bei allen Individuen gleich ist, vielleicht gelegentlich auch ganz fehlt.

In seltenen Fällen erfolgt ein Rückschlag auf Merkmale, welche die Stammform einst besessen, aber seit einer Unzahl von Generationen verloren hat, Merkmale, welche nicht nur wie im vorigen Falle, eine einzelne Gewebschicht enthalten, sondern verschiedenzellige Organe umfassen Es mag an das allerdings seltene Vorkommen von überzähligen Zehen beim Pferd, ein Rückschlag an die Hipparionform erinnert werden.

Wir werden das Verschwinden von Organen so erklären müssen, dass ihre Determinantengruppen nach und nach verschwinden Wie rasch dies geschieht, lässt sich direkt nicht ermitteln. Es wäre aber möglich, dass bei bei einzelnen Individuen sich die unwirksam gewordenen Determinanten noch sehr lange behaupten. Generationen hindurch werden sie vererbt, ohne zur Wirksamkeit zu gelangen. Durch einen Zufall können bei der Befruchtung von zwei Seiten her solche latent gebliebene Bestimmungsstücke zusammentreffen und dann durch die Summierung ihrer Kräfte die Hindernisse bei der Entfaltung überwinden. Als Vorursache des Rückschlages ist also zunächst die der Befruchtung vorausgehende Reduktionsteilung anzusehen, denn diese entscheidet über diejenigen Bestimmungsstücke, welche in den neuen Keim gelangen. Dann aber ist die Vermischung zweier Keimplasmen, wie sie bei der geschlechtlichen Fortpflanzung erfolgt, in der Regel jedenfalls immer bei unseren Haustieren die Vorbedingung von Rückschlägen jeden Grades. Wir kennen Rückschläge freilich auch bei anderen Fortpflanzungsarten, so bei der Parthegonere und bei der Knospung niederer Tiere; allein am grössten ist die Aussicht auf ihr Eintreten, wenn geschlechtliche Fortpflanzung stattfindet.

Im Anschluss an die Rückschlagserscheinungen werden auch gewisse Thatsachen erklärt, welche die primären und sekundären Unterschiede der Geschlechter betreffen.

Die Geschlechtszellen oder Keimzellen enthalten nicht allein Keimplasma, welches den Gang der Entwicklung im allgemeinen leitet, sondern sie müssen auch mindestens ein aktives Bestimmungsstück einschliessen, welches den spezifischen Charakter der Keimzelle ausprägt. Eine Samenzelle ist anders beschaffen als eine Eizelle. Vom Keimplasma geht also eine bestimmte Determinate in die Geschlechtszellen über, löst sich in die Biophoren auf und verschwindet dann.

Es genügt indessen nicht, eine einfache Determinante anzunehmen, sondern sie muss mindestens doppelt, d. h. in einer männlichen und weiblichen Anlage vorhanden sein. Weismann stellt sich auf den Standpunkt, der auch in einem früheren Kapitel über Geschlechtsbestimmung adoptiert wurde, dass das Geschlecht als solches nicht vererbt wird, sondern nur die Geschlechtsmerkmale. Es kann durch zufällige Nebenwirkungen während der Keimesentwicklung bald das eine, bald das andere Geschlecht herrschend werden. Wir müssen also annehmen, dass in der Urkeimzelle Doppeldeterminaten vorhanden sind, von denen bald die männliche, bald die weibliche sich auflöst und im aktiven Zustand den Charakter der Keimzellen, respektive ihr Geschlecht bestimmt.

Doppeldeterminanten sind aber auch für die sekundären Geschlechtsunterschiede vorhanden und zwar um so zahlreicher, je verschiedenartiger die beiden Geschlechter sind. Die zugehörigen Doppeldeterminanten bleiben während der Auseinanderlegung des Keimplasmas immer beisammen. Für die Existenz solcher Doppeldeterminanten sprechen verschiedene Erscheinungen. Das gelegentliche Auftreten von Zwitterbildungen gehört hierher. Sie lassen sich z. B. bei der Honigbiene häufig beobachten. Bald ist die rechte Hälfte weiblich, die linke männlich, bald die Vorderhälfte männlich, die Hinterhälfte weiblich, kurz es können ohne bestimmte Regel die Merkmale zusammengewürfelt werden.

Auch der »sexuelle Rückschlag« lässt sich nur mit Hülfe von Doppeldeterminanten, männlichen und weiblichen, erklären.

Wird ein männliches Tier kastriert, so neigt seine spätere Entwicklung mehr nach der weiblichen Linie.

Alte Hennen, deren Eierstöcke funktionsunfähig werden und veröden, werden zuweilen hahnenfedrig und nach Art des Hahnes kampfsüchtig. Hier werden an Stelle der früheren weiblichen Determinanten die männlichen herrschend, nachdem sie vorher latent waren.

Wenn eine Bienenkönigin unbefruchtete Eier legt und drohnenbrütig wird, so schlägt der Geschlechtscharakter der aus diesen Eiern hervorgehenden Drohnen in die grossväterliche Art zurück, es müssen also latente männliche Determinanten überliefert worden sein.

Die Erörterungen über Vererbung von Krankheiten mögen hier übergangen werden.

Nach dem jetzigen Stande der Pathologie handelt es sich bei einer grossen Zahl von Krankeitsformen um Mikroorganismen, welche als Erreger der Krankheit angesehen werden. Wenn solche Krankheiten vererbt werden, so liegt die Möglichkeit vor, dass schon das Keimplasma von den Mikroorganismen angesteckt wird. Warum die eingedrungenen Spaltpilze sich nicht vermehren und das Ei abtöten, wissen wir nicht; wir kennen nur die Erfahrungsthatsache, dass Ansteckungskeime mit den Keimzellen übertragen werden können. Als bekanntestes Beispiel mag die Krankheit der Seidenraupe angeführt werden, indem

bei der »Pebrine« die krankheitserregenden Pilze durch das Ei von einer Generation auf die andere übertragen werden.

Weismann spricht sich auch über jene eigentümliche Vererbung aus, welche man als väterliche Infektion oder Fernzeugung (Telegonie) bezeichnet. Er hält die vorliegenden Beweismittel für nicht genügend, um die für ihn zweifelhaften Vererbungserscheinungen sicher zu stellen. Könnte eine derartige Infektion als unzweifelhaft erwiesen werden, so müsste man sie in der Weise erklären, dass Samenzellen bei der ersten Befruchtung in unreife Eier gelangten, aber wegen der Unreife derselben nicht befruchten können. Erst wenn diese die völlige Reife erlangten, könnte eine Befruchtung stattfinden. Dann müsste aber gelegentlich eine Trächtigkeit der Kühe oder Schafe erfolgen, ohne dass diese von neuem belegt werden. Bis jetzt ist noch niemals ein derartiger Fall beobachtet worden, die vermeintlichen Fälle väterlicher Infektion beruhen daher auf Täuschung; die Telegonie ist eine zweifelhafte Vererbungserscheinung.

VII. Vererbungslehre von O. Hertwig.

In seinen »Zeit- und Streitfragen der Biologie« nimmt O. Hertwig bezüglich der Vererbungserscheinungen einen von Weismann prinzipiell verschiedenen Standpunkt ein, indem er wohl zutreffend hervorhebt, dass mit der Annnahme einer verwickelten Architektur des Keimplasmas, in welchem alle Anlagen durch kleinste Lebensträger vertreten sind,[1] man im bestem Zuge sei, wieder in das Fahrwasser der alten Präformationslehre des vorigen Jahrhunderts zu steuern.

Ist das Ei im' Sinne vieler modernen Vererbungslehren auch nicht das Miniaturbild des späteren Tierkörpers, sind auch die Anlagen anders angeordnet, so sind doch alle Vererbungstendenzen im befruchteten Ei bereits vorhanden.

Was wir Entwicklung des Keimes nennen, ist das Entstehen von wahrnehmbaren Mannigfaltigkeiten. Dieses Sichtbarwerden hängt eben mit unserer menschlichen Organisation zusammen, unser Wahrnehmungsvermögen ist begrenzt. Im Sinne der Präformationslehre ist die Entwicklung im Grunde nur ein Sichtbarwerden einer vorher für uns verborgenen, aber bereits vorhandenen Mannigfaltigkeit. Sie kann aber auch eine durch bestimmte Ursachen eintretende Neubildung sein (Epigenesis). Im Sinne von Weismann und seiner Anhänger handelt es sich bei der Keimesentwicklung nicht um eigentliche Neubildung, sondern um eine fortwährende Auswicklung (Evolution) bereits vorhandener und latenter Anlagen. Die Schwierigkeit, welche die Kontinuität der Entwicklung in aufeinander folgenden Generationen den alten Physiologen bereitete und die durch die seltsame Einschachtelungslehre der Keime zu lösen verursacht wurde, damit aber zu absurden Folgerungen führte, konnte umgangen werden. Es wurden eben einfach die grösseren und kleineren Elemente des Keimplasmas als teilbar erklärt.

Hertwig sucht zunächst nach Gründen, um die Keimplasmatheorie zu widerlegen. Ein Hauptpostulat derselben ist die sogenannte »erbungleiche Teilung« des Zellenkernes. Wenn ein Ei sich zu entwickeln beginnt, so sind die bei der Furchung entstehenden Zellen, selbst wenn sie äusserlich gleich erscheinen, als durchaus ungleich in ihrem Ver-

erbungswert angenommen worden; enthielt das Ei sämtliche Vererbungsanlagen, so werden diese nicht alle zusammen auf jede Furchungszelle übertragen, sondern nach und nach so auseinandergewickelt, dass jede Anlage schliesslich an ihr Endziel kommt. Also schon die beiden ersten Furchungszellen müssten in ihren Vererbungsanlagen ungleich sein. Thatsächlich macht sich diese Ungleichheit in gewissen Fällen wenigstens in der äusseren Form bemerkbar.

Hier ist also die Möglichkeit gegeben, mit Hülfe des Experimentes Aufklärung zu erlangen, ob die Furchung das Kernmaterial in Stücke zerlegt, welche der Qualität nach ungleich sind oder nicht.

Einschlägige Versuche sind auch bereits gemacht, so von Driesch an Seeigeleiern und von Wilson an Eiern des Lanzettfischchen.

Durch starkes Schütteln isolierten sie die beiden ersten oder die vier ersten Furchungszellen. Da diese Zellen nicht mehr im Verbande waren, hätten sie im Sinne der Keimplasmalehre Weismanns bei der Weiterentwicklung nur einen Teil des Körpers hervorbringen müssen. Das Resultat fiel aber anders aus, sie entwickelten sich zu normalen Larven — aber diese besassen nur die halbe Grösse. Hertwig verwertet dies Ergebnis dahin, dass von den beiden ersten Furchungszellen beide den gleichen Vererbungswert haben und jede nach Umständen als Teil oder Ganzes erscheinen kann.

Gegen die Präformationslehre in der neuen Gestalt verwendet er auch die Gallenbildungen, welche an Pflanzen so häufig durch Einwirkungen von Insekten hervorgerufen werden (Blattgallen, Rindengallen, Wurzelgallen). »Sie lehren uns, dass Zellen des Pflanzenkörpers ganz anderen Zwecken, als im Entwicklungsverlauf vorgesehen sein konnte, dienen und sich den neuen Bedingungen in ihrer Form anpassen können, dass sie nicht durch besondere Determinanten im Kerne, sondern durch äussere Reize zu spezifischer Formbildung determiniert werden.«

Dem Gewebe der Galle wohnt unter Umständen auch die Fähigkeit inne, Wurzeln zu bilden, wie Beyerinck gezeigt hat. Stellte es sich heraus, dass aus der Galle eine junge Pflanze erzielt würde, so wäre damit wohl der Beweis geleistet, dass ganz abseits von den Keimbahnen eine Weiterentwicklung möglich wäre. Dieser sehr wichtige Beweis ist freilich zur Zeit noch nicht erbracht.

Den Gegensatz zwischen Körperzellen und Fortpflanzungszellen erhält Hertwig nicht aufrecht und erklärt die Kontinuität des Entwickelungsprozesses aus dem allgemeinen Vermögen der Zelle, zu wachsen und sich zu teilen.

Gegen die Annahme, dass lediglich die Determinanten den Charakter der Zellen und Gewebe bedingen, erhebt er den Einwand, dass beim Ablauf des Entwicklungsprozesses noch zahlreiche äussere Bedingungen erfüllt sein müssen und bestimmend einwirken, wenn das Anlageprodukt aus der Anlage hervorgehen soll.

Die Eigenschaften eines fertigen Tierkörpers sind zahlreiche und

in ihrem Wesen nach verschiedene. Manche beruhen auf Anlagen in den Keimzellen, andere beruhen auf dem Zusammenwirken aller Teile des Körpers, oder sie gehören einer Gruppe von Organen oder gar nur einzelnen Zellen an. Nicht alle Eigenschaften haben der Anlage nach besondere stoffliche Träger in den Keimzellen. Eine Zelle ist nur mit solchen stofflichen Eigenschaftsträgern ausgestattet, »welche von der Zelle für sich schon verwirklicht werden können. Eine Geschlechtszelle kann wohl Stoffteilchen als Anlagen für Bildung von Hornsubstanz, Pigment, Knochensubstanz, Nerven- und Muskelfibrillen enthalten, aber nicht für bestimmte Haare oder Muskeln oder Nervenknoten.

»Das Ei ist ein Organismus, der sich durch Teilung in zahlreiche, ihm gleichartige Organismen vermehrt und erst durch die Wechselwirkungen alle dieser zahlreichen Elementarorganismen auf jeder Stufe der Entwicklung gestaltet sich der Gesamtorganismus allmählich fortschreitend.«

Damit tritt Hertwig im Gegensatz zur Präformationslehre in der modernen Gestalt und betont den Standpunkt der Epigenesis. Er veranschaulicht diesen unter einem allgemein verständlichem Bilde:

Nehmen wir einen Kulturstaat, so lässt sich dieser als höherer, zusammengesetzter Organismus auffassen. Um den Vergleich zutreffender zu machen, kann man ja annehmen, dass alle Angehörigen des Staates der Abstammung nach von einem einzigen Anfangspaar abstammen. Dieses bedeutet für den späteren Staat etwa das, was die Eizelle, die später durch viele Zellengenerationen hindurch zum fertigen Tierkörper wird. In dem werdenden Staat entwickeln sich nach und nach durch Sonderung in Berufsklassen immer höhere Stufen. Der Staat erhält Organisation zu einem Schutz, zur Bewirtschaftung des Bodens, zum Verkehr, für die Verwaltung und den Unterricht.

Alle diese Dinge haben sich sowohl aus den Anlagen des Anfangspaares wie aus äusseren Bedingungen entwickelt. Niemand wird aber behaupten wollen, dass schon beim Anfangspaar gewissermassen stoffliche Anlagen vorgebildet waren zur staatlichen Entwicklung von Dorf- und Stadtgemeinden, der Ackerbauer oder Industrie treibenden Verbände, der Parlamente, Ministerien, Heereskörper u. s. w.

»Die durch das Zusammenwirken vieler Menschen entstehenden Organisationen sind etwas Neues nnd können nicht als schon im Einzelmenschen vorhandene Organisationen vorgestellt werden. Trotzdem sind sie in der menschlichen Natur begründet.«

Die zahllosen veränderlichen Eigenschaften der Pflanzen und Tiere, welche in der verschiedenen Form, Struktur und Leistung der Organe erscheinen, müssen daher auf Wechselwirkung vieler Zellen beruhen, nicht aber auf Determinanten.

Während also Weismann die eigentliche Ursache für die Entfaltung von Anlagen in die Anlagesubstanz selbst hineinlegt, macht

Hertwig die Entfaltung der Anlagen von Ursachen abhängig, welche ausserhalb der Anlagesubstanz der Eizelle liegen.

Eine der wichtigen und allgemeinen Ursachen für die Entstehung von Mannigfaltigkeit liegt in der Eigenschaft der Eizelle, sich zu teilen. Die Vererbungsubstanz nimmt an Masse zu, indem durch chemische Prozesse Dottermaterial und Sauerstoff assimiliert werden; die durch Teilung entstandenen Kerne weichen nach entgegengesetzten Richtungen auseinander und statt einem einzigen Kraftcentrum treten ebenso viele Kräftemittelpunkte auf, als neugebildete Kerne vorhanden sind. Schon dadurch hat das Ei seine ursprüngliche Qualität erheblich verändert.

Die zunächst entstandene Keimform ist eine einfache Folge des Wachstums und die Veränderungen geschehen so, wie es unter den vorhandenen Bedingungen am zweckentsprechendsten ist.[1]

Bei dem organischen Wachstum ist eine weitere Notwendigkeit die, dass eine möglichst grosse Oberflächenentwicklung erzielt werden muss. Es ergiebt sich dies als einfache Folge der Natur lebender Substanzen.

Diese nehmen Stoffe von aussen auf, nicht um sie wie beim Krystall an der Oberfläche abzusetzen, sondern um sie ins Innere aufzunehmen und dort einzufügen (Intussuception). »Daher kann die organische Substanz beim Wachstum nur solche Formen annehmen, welche ihr gestatten, mit der Aussenwelt in steter Fühlung zu bleiben.«

Hier sehen wir nun einen fundamentalen Gegensatz zwischen den Pflanzen nnd den Tieren, welcher sich aus der Verschiedenheit des Stoffwechsels und der Nahrungsaufnahme ergiebt. Der Pflanzenkörper baut sich aus anorganischen Bestandteilen auf, welche der Luft und dem Boden entnommen werden. Das Wachstum kann also nur so geschehen, dass die Zellen mit Luft und Licht, mit Wasser und Erde in möglichst inniger Fühlung bleiben, d. h. es kommt durch Entwicklung von Blättern und Wurzeln zur möglichst grossen Oberflächenentwicklung.

Der Tierkörper baut sich in ganz anderer Weise auf. Er nimmt bereits fertige organische Substanzen auf und ist daher von der Umgebung unabhängiger. Die Ernährung folgt, wenn wir von den allerniedrigsten Wesen absehen, gewöhnlich aus im Innern geborgenen Höhlungen heraus — die Oberflächenentwicklung findet im Innern des Körpers statt; es entstehen Faltungen, Ein- und Ausstülpungen. Daher ist der Bildungsmodus der Organe, wie uns die Entwicklungsgeschichte lehrt, im grossen und ganzen in der Tierwelt ein ziemlich einförmiger.

Damit sind schon eine Reihe allgemeiner Formgesetze durch äussere Ursachen erklärt.

Dazu kommt noch, dass die Zellen, je weiter die Teilung fortschreitet, an Selbständigkeit einbüssen, zu anderen Zellen in Wechselbeziehungen treten und in ihren Lebensverrichtungen von diesen und vom Gesamtorganismus beherrscht werden.

Die Wechselbeziehungen fallen je nach dem Ort oder der Lage verschieden aus und schon dadurch sind zahllose Bedingungen für die Arbeitsteilung und ungleiche Entwicklung gegeben. Die zu verrichtende

Thätigkeit wird durch den Ort bestimmt, den die kleinste Lebenseinheit einnimmt, wofür namentlich die Pflanzenphysiologie Experimente geliefert hat.

Manche Gewebe verlieren, wie man aus Krankheitserscheinungen entnehmen kann, ihren Charakter und nehmen neue Eigenschaften an, wenn sie aus ihrer normalen Lage gebracht werden. Schleimhäute z. B. erlangen das Aussehen der Oberhaut, wenn sie längere Zeit dem Einfluss der Luft ausgesetzt gewesen sind.

Die zahlreichen Erscheinungen der Korrelation bestätigen die fortwährenden Wechselbeziehungen der Zellen. Wenn eine Muskel sich kräftig ausbildet, so werden auch die zuführenden Blutgefässe grösser und der an ihn herantretende Nerv erfährt eine Zunahme. Alle Elemente des Körpers stehen also in beständiger Fühlung unter einander.

Als Beispiele von der Wirkung äusserer Einflüsse werden gewisse Erscheinungen im Geschlechtsleben angeführt. Fast alle höheren Tiere treten in einer männlichen oder weiblichen Geschlechtsform auf und beide sehen einander oft sehr unähnlich. Dennoch ist die Anlage »von Haus aus geschlechtslos, d. h. es giebt weder eine männliche noch weibliche Form derselben. Ob sich die eine oder andere Form derselben entwickelt, hängt von äusseren Bedingungen ab.«

Schon bei der Behandlung der Frage nach der Geschlechtsbestimmung wurde in dieser Schrift darauf hingewiesen. Hertwig verwertet die überraschenden Ergebnisse, welche Maupas bei seinen Versuchen über Hydatina senta erhielt.

Dieses Rädertier zeichnet sich durch die Eigentümlichkeit aus, dass manche Weibchen Eier legen, aus denen wieder Weibchen entstehen, andere dagegen setzen Eier ab, aus welchen sich ausschliesslich Männchen entwickeln.

Ändert man die Temperatur, während die Eibildung im Eierstock im Gange ist, so treten sehr merkwürdige Abweichungen auf. Von fünf noch nicht erwachsenen Weibchen erhielt der Experimentator nur 3 pCt. Eier, die sich zu Weibchen entwickelten, wenn die Zimmertemperatur 26—28° C. betrug, von fünf anderen Weibchen derselben Zucht dagegen 95 pCt. Eier, aus denen Weibchen entstanden, wenn die Temperatur auf 14—15° C. erniedrigt wurde.

Melonen und Gurken, welche männliche und weibliche Blüten erzeugen, entwickeln bei hoher Temperatur nur männliche, im Schatten und in der Feuchtigkeit nur weibliche Blüten.

Kastration oder Entartung der Geschlechtsdrüsen verhindert bei Säugetieren und Vögeln die normale Ausbildung der sekundären Geschlechtsmerkmale.

Lehrreich sind auch die Erscheinungen in Tierstaaten mit verschiedenartigen Einzeltieren. Das bekannteste Beispiel ist unsere Honigbiene, in deren staatlichen Verbänden neben der Königin und den männlichen Tieren (Drohnen) noch geschlechtlose Weibchen oder Arbeiter vorkommen.

Es ist mit hinreichender Sicherheit festgestellt, dass ein von der Bienenkönigin abgelegtes, befruchtetes Ei sowohl Arbeiterin als Königin werden kann, es hängt dies ganz von der späteren Ernährung ab.

Hertwig gelangt also zu dem Schluss: »Unter verschiedenen äusseren Einflüssen kann sich dieselbe Anlage zu verschiedenen Endprodukten entwickeln.«

Damit soll jedoch nicht gesagt sein, dass diese allein die Entwicklung beherrschen, sondern auch die Anlagesubstanz der Zelle wirkt bestimmend auf den Entwicklungsgang.

Gleiche äussere Reize wirken bei verschiedenen Organismen sehr verschieden, was auf Unterschiede in der feinsten Struktur hindeutet. Schon im Zustande der Eizelle prägen sich die spezifischen Unterschiede aus.

Indem Hertwig eine Anzahl von Anlagen ins Ei verlegt und eine verhältnismässig hoch organisierte Anlagesubstanz ähnlich wie Nägeli annimmt, vermittelt er zwischen dem schroffen Gegensatz, der im vorigen Jahrhundert zwischen den Anhängern der Präformation und denjenigen der Epigenesis bestand.

In den obigen Sätzen giebt er die Grundgedanken, die zu seiner Auffassung über die Entwicklungs- und Vererbungserscheinungen führten. Ein in allen Einzelheiten ausgearbeitetes Lehrgebäude will er nicht bieten, in dem erst die künftige Forschung die Aufgabe hat, alle die zahllosen Einzelfragen in den Entwicklungsvorgängen aufzuklären.

VIII. Rückblick.

Auf den vorhergehenden Seiten wurden im Auszuge der Hauptgedanken dargelegt, welche die einzelnen Forscher bei der Erklärung der so ausserordentlich verwickelten Keimesveränderungen und Vererbungserscheinungen geäussert haben. Am Schlusse mag ein zusammenfassender Rückblick am Platze sein, um genauer auseinanderzuhalten, was wir als gesicherten geistigen Erwerb zu betrachten haben und was noch zu den offenen Fragen gerechnet werden muss. Es werden sich dann weitere Ausblicke in die Zukunft ergeben und diejenigen Punkte näher beleuchtet werden, wo die Praxis weitere Aufklärung liefern kann.

Eine Nebeneinanderstellung der wichtigsten Vererbungstheorien belehrt uns, dass nicht etwa in den Einzelheiten, sondern selbst in den wichtigsten Grundanschauungen starke Meinungsverschiedenheiten obwalten — Beweis genug, wie dunkel die allermeisten Erscheinungen noch heute sind.

Soll ich ein Bild gebrauchen, so steht die heutige Forschung dem Vererbungsproblem gegenüber wie etwa eine mit allen Mitteln der modernen Technik ausgerüstete Belagerungstruppe, welche eine schwer zu erstürmende Festung einzunehmen sucht. Nach wohl durchdachtem Plan wird diese von allen Seiten eingeschlossen, überall wird nach geeigneten Angriffspunkten gespähet, eine Reihe von Vorwerken sind bereits genommen und die allgemeine Hauptaktion wird entfaltet, um die Festungsmauer zu durchbrechen. Durch das Spielenlassen der schwersten Geschütze glaubt man den Eingang in die Festung erzwingen zu können, da und dort sind Breschen gelegt, welche der wachsenden Hoffnung Raum gewähren — aber die Festung ist immer noch nicht genommen und die Sturmanläufe werden noch oft erneuert werden müssen!

Es unterliegt keinem Zweifel, dass das, was bisher zum Verständnis der Vererbungserscheinungen geleistet wurde, nicht gering anzuschlagen ist. Die exakte Forschung hat besonders seit einem Jahrzehnt sehr bedeutende Erfolge zu verzeichnen und auch die rein spekulative Thätigkeit einzelner hatte wenigstens den Vorteil, die Begriffe zu klären und erneute Untersuchungen nach neuen Gesichtspunkten anzuregen. Gewisse

Ideen sind dabei bei aller Meinungsverschiedenheit gemeinsam geworden. Als gesicherten geistigen Erwerb dürfen wir die Erkenntnis bezeichnen, dass der Bau der Zelle im allgemeinen und derjenige der Keimzellen, deren Thätigkeit ja nach dem Grundsatze der Arbeitsteilung der Fortpflanzung bestimmter Anlagen angepasst ist, im speziellen einen viel verwickelteren Bau besitzen, als man früher angenommen hat. Die Zelle ist ein Klümpchen Protoplasma, das einen Kern verschliesst, dessen Funktionen nur ungenügend bekannt waren. Das war in der Physiologie die herrschende Ansicht. Aber mehr und mehr bricht sich die Überzeugung Bahn, dass Brücke die Zelle am zutreffendsten als »Elementarorganismus« bezeichnete. Sowohl der Plasmaleib als der eingeschlossene Kern lassen morphologisch und chemisch verschiedene Substanzen erkennen; es sind offenbar weitere Lebenseinheiten, aus welchen die Zelle kunstvoll aufgebaut erscheint.

Handelt es sich um die Vererbung, so ist klar, dass die später zu entfaltenden Anlagen an eine stoffliche Unterlage gebunden sind und mit dieser bei der Fortpflanzung durch die Geschlechtszellen übertragen werden. Mit logischer Notwendigkeit ergiebt sich aber aus dem allgemeinen Grundsatz der Arbeitsteilung, der ja in der Tierwelt zu so konsequenter Durchführung kommt, dass die Vererbung nur an eine der verschiedenartigen Substanzen in den Keimzellen geknüpft sein kann.

Es war sicher ein genialer und fruchtbringender Gedanke von Nägeli, das Idioplasma als Träger der vererbbaren Eigenschaften von dem gewöhnlichen Ernährungsplasma zu trennen und seine Herrschaft über alle Zellenbezirke ausdehnen zu lassen.

Man ist auf die Suche nach der eigentlichen Vererbungssubstanz oder Erbmasse gegangen und für die befruchtete Eizelle hat namentlich Oskar Hertwig das Verdienst erworben, den Nachweis zu erbringen, dass die Erbmasse im Zellenkern magaziniert ist, also aus Kernsubstanz gebildet wird.

Nägeli dachte sich die Erbmasse oder sein Idioplasma so, dass sie von der Eizelle ihren Ausgangspunkt nimmt und in der zum Körper entwickelten Zellenmasse netzartig verbundene Stränge bildet, etwa wie ein System von Nerven sich im Körper verbreitet.

Diese Auffassung vom Idioplasmanetz musste nun allerdings modifiziert werden, sobald der Kern als Magazin der Erbmasse erkannt wurde.

Indessen ist die Vorstellung eines allseitigen Zusammenhanges trotzalledem nicht so weit von der Wirklichkeit entfernt, als es zuweilen dargestellt wird. Dass der Kern das Zellenleben beherrscht, wird von den Vererbungstheoretikern gegenwärtig nicht nur angenommen, sondern ist auch experimentell festgestellt.

Dass die Zellen gegenseitig Fühlung besitzen, wird eigentlich schon durch die zahlreichen Erscheinungen grösserer und weniger umfangreicher Korrelationen dokumentiert. Aus Einzelbeobachtungen geht aber auch hervor, dass direkte Verbindungen zwischen den Plasmaleibern benachbarter Zellen bestehen. Wenn nun der Kern als Kräftemittelpunkt

den Plasmaleib der Zelle beherrscht, so wird er sich, namentlich wo solche Verbindungen sichtbar sind, auch über die Zelle hinaus soweit Einfluss schaffen können, dass er sich mit dem Kern der Nachbarschaft in Beziehung zu setzen vermag. Wir brauchen also statt eines Systems von Idioplasmaträgern einfach ein System von Kräftemittelpunkten anzunehmen, die nahe genug gerückt sind, um unter sich Beziehungen herzustellen.

Mit der Erkenntnis, dass die Erbmasse im Kern vorhanden ist und nicht etwa gleichmässig über die ganze Keimzelle verteilt ist, werden uns weitere Thatsachen verständlich. Der Zellenleib mancher Eier ist enorm viel grösser als der Protoplasmaleib der sie befruchtenden Samenzellen. Nehmen wir z. B. das Hühnerei oder gar das Straussenei und vergleichen es mit der winzigen mikroskopischen Samenzelle. Wäre die ganze Eimasse als Erbmasse aufzufassen, so müsste uns dieser ungeheure Grössenunterschied vollkommen unverständlich sein. Allein das Ei übernimmt eben neben den Funktionen der Erbmasse noch allerlei andere Aufgaben, die der Samenzelle nicht zukommen können; es magaziniert in dem Dotter eine Masse von Reservestoffen (Fett, Dotterplättchen), welche während der Keimentwicklung als Nährmaterial verbraucht werden. Übernimmt dagegen, wie bei den Säugetieren, der mütterliche Organismus die Ernährung während der Keimperiode, so fällt die Dimension des Eies sehr viel kleiner aus.

Wenn also männliche und weibliche Fortpflanzungszellen verschiedenartig geworden sind, so hängt dies nicht etwa davon ab, dass sie ganz verschiedene Erbmassen enthalten, sondern weil sie sich in die anderen, mit der Vererbung nur mittelbar zusammenhängenden Leistungen geteilt haben.

Die Befruchtung selbst haben wir früher als eine Verschmelzung zweier Kerne von Keimzellen kennen gelernt — sie ist mit anderen Worten ihrem eigentlichsten Wesen nach nichts weiter als eine Verschmelzung und Vermischung zweier Erbmassen. Alles andere ist nachträgliche Zuthat und nur mittelbar darauf berechnet, diese Verschmelzung zu unterstützen.

Die von beiden Erzeugern (wir haben bei allen diesen Betrachtungen zunächst stets unsere Haustiere im Auge) gelieferten Erbmassen sind unter sich an Masse ziemlich gleichwertig, denn die väterliche Keimzelle liefert ebenso viel und ebenso grosse Kernstücke oder Kernschleifen wie die mütterliche für den Kern der befruchteten Eizelle. Sehr verschiedenartig können auch die beiden Erbmassen (männliche und weibliche) nicht sein und es ist daher gänzlich unrichtig, wenn man in Laienkreisen oft die Befruchtung als eine Ausgleichung von Gegensätzen auffasst. Die Anlagen sind in der Hauptsache übereinstimmend. Ein Stier liefert ebenso gut Anlagen für die Knochen, für die Muskeln, für die Nerven, Drüsen, Haut u. s. w. wie die Kuh. Die Unterschiede der Anlagen können sich also nur auf untergeordnete Punkte beziehen (Farbe der Haut, Grösse des Gehörns, Milchergiebigkeit u. s. w.).

Dass bei dieser Verschmelzung nicht immer eine reine Mittelform entsteht, sondern die »Individualpotenz« später den einen der beiden Erzeuger in seinen Eigenschaften besonders stark hervortreten lässt, kann nicht mehr unverständlich sein. Die Vererbungskraft, die Kräftesumme der Erbmasse, wird eben nicht bei den Eltern stets die gleiche sein; sie ist denn aus irgend einem physiologischen Grunde auf der einen Seite geschwächt und vermag im Kampf der Teile nicht genügend zum Durchbruch zu gelangen.

Wie die gegenseitige Anordnung der sich vereinigenden Erbmassen erfolgt, darüber sind wir nur unvollkommen unterrichtet. Der Umstand, dass die männlichen Kernschleifen zwischen diejenigen des Eies treten und bei dem darauf folgenden Ruhestadium des Kernes die färbbare Kernsubstanz (das Chromatin) ein zusammenhängendes Gerüst bildet, lässt gegenseitige Durchmischung der Substanzen annehmen. Wir dürfen dies aus der Beschaffenheit des Endproduktes schliessen, zu welchem sich die Anlagen entwickeln, denn wir finden besonders bei Bastarden einzelne Organe, z. B. die Haut und Behaarung des Maultieres, von gemischtem Charakter. Stellt man sich auf den Standpunkt, dass nur die Hauptanlagen im Ei vertreten sind, die Einzelheiten und feineren Nuancen dagegen nicht, sondern erst durch die zahlreichen Wechselbeziehungen der Zellen und äussere Momente als Reaktionen des Zellenlebens während der Entwicklung zum Ausdruck kommen, so ist die Annahme einer innigen Durchmischung der Anlagesubstanzen eine logische Notwendigkeit.

Lassen wir die Frage vorläufig unentschieden, ob einzelne Determinanten schon im Keimplasma vorhanden sind, um geringfügige Unterschiede zur Entwicklung zu bringen, oder ob dies nicht der Fall ist, so dürfte Weismann doch darin Recht haben, wenn er die grosse Bedeutung des Amphimixis, die Vermischung zweier Keimzellen-Kernsubstanzen für die Formbildung hervorhebt. Sie ist das Mittel, um möglichst viele Kombinationen von Anlagesubstanzen zu schaffen, aus denen die spätere Auslese die ungünstigen ausmerzt und die günstigen zur Weiterentwicklung bringt.

Die Unterschiede zwischen männlicher und weiblicher Erbmasse sind, wie oben bereits bemerkt wurde, nicht sehr gross, aber die Tierzucht liefert den Beweis, dass sie im Laufe der Zeit erheblicher werden; zwei verschiedene Kombinationen lassen sich im Laufe der Zeit durch fortgesetzte Inzucht weiter entwickeln und in ihren spezifischen Eigenschaften steigern.

Die Amphimixis bietet auch den ausserordentlichen Vorteil für die Praxis, dass bei einem bestimmten Zuchttier, das sich durch besonders starke Individualpotenz auszeichnet, wirtschaftlich zweckmässige Eigenschaften, welche neu auftreten, sich rasch und dauernd befestigen lassen, wofür gerade die Mauchamp-Rasse ein gutes Beispiel liefert.

Man hat mehrfach hervorgehoben, dass die Befruchtung wohl neue Abänderungen schaffe, diese aber, weil sie geringfügiger Natur sind, bei

späteren Mischungen wieder verloren gehen können; die Befruchtung wirkt also ausgleichend und sucht die Tierformen in ihrer Eigenart zu erhalten. Dieser Satz mag richtig sein, so lange es sich um Vorgänge in der freien Natur handelt; auf die Haustiere darf er aber nicht so ohne Weiteres Anwendung finden. Die Verhältnisse liegen hier anders, die Wirkung der Auslese ist eine viel intensivere und raschere. Die menschliche Intelligenz und das wirtschaftliche Interesse verhindern hier viel häufiger den angestrebten Ausgleich. Die Reinzucht der Rassen beruht ja gerade auf einer konsequenten Verhinderung dieses Ausgleiches, auch scheint es naheliegend, dass die Individualpotenz bei einem Haustier viel grössere Unterschiede schafft und diese wiederum weit mehr begünstigt werden, als dies in der freien Natur der Fall ist.

Als wichtigsten Erfahrungssatz, der sowohl durch die Beobachtung wie durch das Experiment gestützt wird, können wir im weiteren hinstellen, dass die Erbmasse oder Anlagesubstanz bis zu einem gewissen Grade teilbar ist, ohne damit die Eigenschaft zu verlieren, nach der Teilung doch wieder das Ganze hervorzubringen.

Diese Erkenntnis ist für das Verständnis der Vererbungserscheinungen von grösster Bedeutung und beruht auf dem Ergebnis, dass Erbmasse und Kernsubstanz gleichbedeutend sind.

Obiger Satz wird zunächst gestützt durch das Ausstossen von Richtungskörperchen vor der Befruchtung, das wir am Ei in gesetzmässiger Weise eintreten sehen.

Wenn Weismann diesen Vorgang als eine Reduktionsteilung ansieht, so haben ihm viele Forscher beigestimmt und es ergiebt sich ja die Notwendigkeit einer Halbierung der Erbmasse vor der Befruchtung auf Grund einer einfachen Überlegung.

Das Wesentliche beim Befruchtungsvorgang ist eine Verschmelzung zweier Kerne, von denen der eine der Samenzelle, der andere der Eizelle zugehört. Die Masse wird damit verdoppelt, schon in der nächsten Generation müsste sie auf das Vierfache, in der folgenden Generation auf das Achtfache u. s. w. anwachsen. Verhältnismässig rasch würde damit eine Massenzunahme des Kernes erfolgen, welche dessen Unterbringung in der Zelle unmöglich machen würde.

Das Ausstossen von Polzellen am unbefruchteten Ei, das zur Halbierung der Kernmasse führt, beugt diesem Übelstand vor und es wird Raum gewonnen für die Kernsubstanz der im Ei eindringenden Samenzelle.

Dass die Anlagesubstanz teilbar ist, ohne ihre wesentlichen Eigenschaften zu verlieren oder zu verändern, geht auch aus den früher erwähnten Versuchen von Driesch und Wilson hervor, welche durch geeignete Eingriffe die beiden ersten Teilstücke des in Furchung begriffenen Eies trennten. Es entstand dann später nicht eine halbseitige Larve, sondern eine vollkommene Larve von halber Grösse. In den

getrennten Stücken waren also die gleichen Anlagen wie im Ei vorhanden. Die Teilung ist also auf dieser Stufe eine erbgleiche, d. h. jede Furchungszelle enthält die gleichen Eigenschaften bezüglich der Erbmasse.

Bis zu diesem Punkte bewegen wir uns auf einem Boden, der entweder durch mikroskopische Beobachtung oder durch das physiologische Experiment kontrollierbar erscheint. Sobald wir aber weiter gehen, betreten wir das unsichere Gebiet, wo die Hypothese waltet.

Dass die Zelle nicht die kleinste und letzte Einheit sein kann, das geht schon aus der sehr verwickelten Zusammensetzung aus verschiedenen, dem Auge noch zugänglichen Bestandteilen hervor. Wir können ja an der Kernsubstanz allein zu gewissen Zeiten getrennte Kernstücke unterscheiden und selbst diese erweisen sich bei Anwendung von ganz starken Vergrösserungen als zusammengesetzte Bildungen; sie werden aus perlschnurartig aneinander gereihten Körnern oder »Mikrosamen« aufgebaut.

In der That sehen wir, dass ganz abgesehen von den chemischen Molekülen die meisten Forscher kleinste Lebenseinheiten annehmen, welche als Träger der Vererbung anzusehen sind, mag man diese mit Darwin als Keimchen, mit Häckel als Plastidule, mit de Vries als Pangene, mit Nägeli als Micellen, mit Weismann als Biophoren oder mit Hertwig als Idioblasten bezeichnen — der Name thut hier wenig zur Sache.

Dass diese kleinsten Vererbungsträger die Eigenschaft besitzen, sich wiederholt zu teilen und zu wachsen, lehrt uns die einfache Überlegung, dass der Keim vielzellig ist und die Summe seiner Kernsubstanzen an Masse bedeutender ist als die Kernsubstanz im Ei.

Eine andere Frage ist diejenige, ob alle sichtbaren Eigenschaften des Körpers und seiner Bestandteile bereits im Ei besondere Anlageteilchen besitzen oder nicht, und tritt uns wieder der alte Gegensatz in der Auffassung der Entwicklungserscheinungen entgegen, der im vorigen Jahrhundert zwischen der Präformationslehre der früheren Physiologen und die Epigenesislehre von Kaspar Friederich Wolff bestanden hat, wenn auch die Form eine etwas modernere geworden ist.

Am weitesten geht wohl Weismann, der vielleicht allzusehr von morphologischen Vorstellungen beherrscht wird. Für ihn giebt es bereits im Ei für die verschiedenen Zelleneigenschaften und damit auch für alle körperlichen Eigentümlichkeiten Bestimmungsstücke oder Determinanten, welche verschiedene Biophoren zusammenhalten.

Die Erbmasse im Ei ist bereits ein kunstvoll zusammengesetztes Mosaikwerk von Determinanten, welches im Laufe der Entwicklung auseinandergelegt wird. Es ist so kunstvoll, namentlich wenn für gewisse Fälle noch Ersatzdeterminanten angenommen werden müssen, dass es fast wunderbar erscheint, wie wenig Störungen in dem kunstvollen Betriebe bemerkbar werden und jede Determinante an ihren bestimmten Platz gelangt.

In diesem Sinne heisst Entwicklung einfach Entfaltung der An-

lagen — was vorher in der Anlage unsichtbar war, tritt nach und nach sichtbar in die Welt der Erscheinung.

Die alte Lehre der Präformation kommt auf diese Weise in etwas veränderter Form wieder zur Geltung.

Wie schon früher bemerkt, sprechen gewisse Thatsachen gegen die Annahme einer so kunstvollen Mosaik der Erbmasse, wie z. B. die erbgleiche Teilung und die durch zufällige Änderungen der Lebensbedingungen eintretenden Modifikationen im Zellcharakter. Wenn eine Schleimhaut durch die Umstände gezwungen wird, den Charakter einer Oberhaut anzunehmen, so sind es wohl kaum Ersatzdeterminanten, welche diesen Fall vorgesehen haben und im Momente des Bedürfnisses in Aktion treten.

Wenn wir diesen rein präformistischen Standpunkt nicht einnehmen können, so lässt sich anderseits nicht verkennen, dass die Epigenesis in ihrer ursprünglichen Form ebensowenig befriedigen kann. Die Erbmasse im Ei ist keineswegs eine unentschiedene Masse, welche erst nachträglich bei der Entwicklung ihren bestimmten Charakter erhält. Ihr spezifischer Charakter ist im Eizustande bereits durch bestimmte Anlagen ausgesprochen, auch wenn wir nicht jede Formeigenschaft der Zelle oder des Organs von Anfang an vertreten sein lassen, sondern auch den äusseren Lebensbedingungen einen bestimmten Anteil einräumen.

Der Artcharakter ist im Hühnerei, im Entenei, im Taubenei bereits in der Anlage vorhanden. Kommt ein Hühnerei unter den passenden Bedingungen zur Entwicklung, so wird daraus eben stets ein Huhn und niemals eine Ente oder eine Taube.

Aber die Entfaltung dieser Anlagen denken wir uns nicht als ein Auseinanderlegen einer kunstvoll zusammengesetzten Mosaik, sondern sie geht zunächst durch eine gleichmässige Verteilung der sich stetig vermehrenden Erbmasse hindurch und von dieser enthält jede Bildungszelle ein bestimmtes Quantum. Wir stellen uns auf den Standpunkt, den Nägeli einnimmt und dem sich in der jüngsten Zeit wohl Hertwig am meisten genähert hat. Dabei sei allerdings betont, dass wir den inneren Bildungstrieb, den der erstere Forscher zur Umwandlung der Tierarten herbeizieht, nicht verwerten können; er ist auch garnicht notwendig, sobald man äusseren Einwirkungen grösseren Spielraum gewährt.

Dafür, dass sich die Erbmasse mit ihren Anlagen gleichmässig verteilt, lassen sich ja zahlreiche Belege anführen. Jedes Tier erzeugt ja zahlreiche Eier und Samenzellen und nicht etwa eine einzige Keimzelle. Alle diese Zellen haben als Vorstufe zahlreiche Generationen von Bildungszellen und doch darf ja der Tierzüchter mit ziemlicher Sicherheit darauf rechnen, dass in jeder Keimzelle nicht die gleiche Art-, sondern auch die gleiche Rassenanlage vorhanden ist. Hätte er diese Sicherheit nicht, dann wäre es vorbei mit aller und jeder Reinzucht und mit all den glänzenden Zuchterfolgen, welche sich auf die Individualpotenz gründen.

Die Pflanzenwelt mit ihrem im Vergleiche mit dem Tierkörper nur wenig konzentrierten Körperbau liefert ebenfalls Beispiele genug, wie alle Eigenschaften des Organismus überall angelegt sind.

Es giebt ein gewisses Moos (Funaria hygrometrica), das in feuchter Erde aus jedem Stück eine neue Pflanze liefert, selbst wenn man es ganz klein hackt. (Manche niedere Tiere lassen sich ebenfalls zerschneiden und aus jedem Teilstück entsteht wieder ein ganzes Tier.)

Wo eine Vermehrung durch Stecklinge erfolgt, vermag ein abgeschnittener Zweig Wurzeln zu treiben, sich zu belauben und wieder Blüten und Früchte hervorzubringen. Der Zweig hat also sämtliche Vererbungsanlagen übernommen.

Wenn somit jede Zelle bei ihrer Entstehung im allgemeinen alle Anlagen erhält, so werden eben äussere Bedingungen darüber zu entscheiden haben, welche Anlagen zur Entwicklung kommen und welche Anlagen schlummern sollen.

Wie die aktiv werdenden Anlagen den Charakter der Zellen bestimmen, wissen wir natürlich nicht. Nägeli denkt sich die Sache so, dass bestimmte Lebenseinheiten in einen Erregungszustand geraten und durch Übertragung von eigenartigen Bewegungen die Thätigkeit der Zelle beherrschen. De Vries dagegen nimmt einen materiellen Vorgang an und glaubt, dass einzelne kleinste Lebensteilchen wachsen und sich vermehren, dann aus dem Kern austreten und im Protoplasma die Thätigkeit der Zelle beherrschen. Bei diesem Vorgang bleibt jedoch die Hauptmasse der Anlagesubstanz in einem Zustande der Unthätigkeit.

Es sind das Annahmen, die wir zu Hülfe nehmen, ohne sie durch zwingende Thatsachen beweisen zu können.

Nehmen wir bei der Zellbestimmung, soweit sie nicht von rein mechanischen Verhältnissen abhängig ist, mit de Vries einen materiellen Vorgang an, d. h. ein Austreten und eine Vermehrung bestimmter Anlagesubstanzen der Erbmasse, so sind wir dann allerdings genötigt, eine allgemeine Teilbarkeit der Kernsubstanz aufzustellen, welche sich auf die Gesamtheit der Erbmasse bezieht und daneben noch eine besondere Teilbarkeit, welche zu bestimmten Zeiten und mehr lokal erfolgt. Erstere vollzieht sich im Kernraum und bedingt eine gleichmässige Verteilung der Kernmasse auf die Generationsfolgen der Zellen; letztere dagegen spielt sich hauptsächlich ausserhalb des Kernes im Protoplasma der Zelle ab.

Weitaus am wichtigsten erscheint uns die Frage, wie neue Abänderungen an den Tieren unserer nächsten Umgebung auftreten können; dieses Moment berührt ja die tierzüchterische Praxis am allerunmittelbarsten.

Da neue Eigenschaften in Hinsicht auf Form und Leistung erworben werden können, der Tierkörper also nicht starr und unveränderlich ist, so spricht man von »erworbenen Eigenschaften«. Allein eine nähere Prüfung dieses Begriffes ergiebt, dass man darunter Dinge von verschiedener Herkunft zusammengewürfelt hat. Nicht jede neue Eigen-

schaft soll darunter verstanden sein, denn sie kann ja aus einer einfachen Kombination von bereits vorhandenen und vererbbaren Eigenschaften hervorgehen. Wir werden im engern Sinne unter »erworbenen Eigenschaften« nur solche im Auge haben, welche im Laufe des Lebens eines Tieres erworben wurden, ihren Sitz ausserhalb der Fortpflanzungszellen haben und dann später vererbt werden, d. h. in irgend einer Weise die Erbmasse abändern.

Hier stehen sich nun zwei Ansichten unvermittelt gegenüber. Weismann und seine Schule leugnet es mit aller Entschiedenheit, dass erworbene Eigenschaften in dem eben angedeuteten Sinne sich vererben können, eine grosse Zahl von Zoologen und wohl auch die Vertreter der Tierproduktionslehre halten an der Möglichkeit der Vererbbarkeit solcher individuell erworbener Eigenschaften fest.

Weismann lässt alle neuen Eigenschaften im Keimplasma entstehen, wo einzelne oder grössere Gruppen von Lebensteilchen (Biophoren und Determinanten) abgeändert werden, wenn er auch einräumt, dass äussere Einflüsse wie z. B. die Ernährung verändernd auf diese Biophoren einwirken. Was dagegen sonst ausserhalb an dem vergänglichen Körper auftritt, erlangt keine Übertragung auf die Erbmasse.

Werden diese Veränderungen einmal sichtbar, so entscheidet die Auslese darüber, ob diese Veränderungen weiter vererbt werden sollen oder nicht. In die Sprache der künstlichen Züchtung übersetzt, heisst das soviel, als dass die Intelligenz des Züchters, die auf neue Merkmale gerichtete Aufmerksamkeit allmächtig ist, alle anderen Mittel wie Übung, Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe seiner Haustiere nichts Neues zu schaffen vermögen.

Die Operation des Züchters würde damit ausserordentlich vereinfacht und eine Reihe von Traditionen der Tierzuchtlehre müssten damit fallen.

Es ist nicht zu leugnen, dass der Weismannsche Standpunkt, wenn er auch nicht streng bewiesen ist, doch deswegen schwer angreifbar wird, weil er methodisch sehr geschickt angelegt ist.

Zunächst verlegt er die Entstehung neuer Eigenschaften in das Keimplasma, d. h. an einen Ort, der direkt der Beobachtung und dem Experiment unzugänglich ist, denn die ersten Anlagen sind ja unsichtbar.

Giebt ein Versuch ein bejahendes Resultat, so war die Anlage eben bereits im Keimplasma vorhanden, führt der Versuch zu einem negativen Ergebnis, so spricht er zu Gunsten des Weismannschen Standpunktes.

Bis zu einem gewissen Grade wird er auch durch die jetzige Sachlage bezüglich der vorliegenden Thatsachen gestützt.

Wenn wir einen strengen Masstab anlegen wollen, so müssen wir allerdings zugeben, dass fast alle die Beobachtungsreihen, die wir zu Gunsten von erworbenen Eigenschaften ins Feld geführt haben, nicht absolut zwingende Beweise sind, wie sie die experementierende Naturwissenschaft fordern muss. Sie sind nicht völlig einwandsfrei und sind

der Natur der Sache nach mehr als Wahrscheinlichkeitsbeweise anzusehen. Wir dürfen nur so weit gehen, um zu sagen, dass die grosse Zahl dieser Wahrscheinlichkeitsbeweise deren Beweiskraft erhöht.

Aber indem wir dies zugeben, sind wir auch berechtigt, den gegenteiligen Standpunkt ebenfalls nur als einen mehr oder weniger wahrscheinlichen zu bezeichnen und es kann sich dann nur darum handeln, auf welcher Seite die grössere Wahrscheinlichkeit liegt. Alsdann kann unser Entscheid nicht mehr zweifelhaft sein.

Wir wollen nicht leugnen, dass die Auslese in der freien Natur sehr viel schafft, bei unseren Haustieren erlangt sie, weil noch wirtschaftliche Ursachen bestimmend wirken, ganz sicher eine erhöhte Bedeutung. Aber sie kommt doch erst in zweiter Linie und schafft nicht alles. Gewisse Abänderungen von Organen vollziehen sich, ohne dass die Auslese des Menschen im Spiele ist.

Nehmen wir den Fall der Kopfumänderung bei unserem zahmen Schwein. Dem Züchter kann es höchst gleichgültig sein, ob das Profil des zahmen Schweines gerade oder eingeknickt sei, ob die Hinterhauptsschuppe sich aufrichte oder schief gestellt bleibe, ob die Knochentafeln der Schädelknochen dick oder dünn seien. Der Besitzer züchtet auf Fett oder Fleisch, das Übrige ist ihm Nebensache. Indem der Mensch das Schwein in den Stall bannte, wurde die Wühlarbeit unterdrückt, der Kopf durch Nichtgebrauch umgestaltet, das Gewehr verkleinert. Überlässt man ein derart umgestaltetes Tier sich selbst, so vererben sich zunächst diese neuerworbenen Eigenschaften, aber im Laufe der Zeit müsste allerdings unter dem Einfluss der verwilderten Lebensweise wieder eine Rückkehr in der Richtung des früheren Formzustandes erfolgen.

Es wird mit Geschick ins Feld geführt, dass sich Verletzungen und Verstümmelungen nicht vererben. Es ist dies richtig und wir können nicht recht an die Beweiskraft der anfechtbaren Behauptungen glauben, welche eine Vererbung von Verstümmlungen wahrscheinlich machen wollen.

Immerhin liegen in den Experimenten von Brown-Séquard Ergebnisse vor, die ausnahmsweise auch eine erbliche Übertragung von Verstümmelungen wahrscheinlich machen und es ist diese Thatsache kürzlich bestätigt worden.

Weismann führt zu Gunsten seiner Annahme die in der Pflanzenwelt so weit verbreitete Erscheinung an, dass Gallen, welche durch äussere Reize von Insekten hervorgerufen werden, sich niemals vererben. Der Pflanzenkörper wird sich für experimentelle Untersuchungen in manchen Fällen besser eignen als der stark centralisierte Tierkörper und es wäre vielleicht der Mühe wert, Versuchsreihen anzustellen, ob schliesslich durch systematische Gallenzüchtung in vielen Generationen doch noch bleibende Veränderungen im Pflanzengewebe hervorgerufen werden können.

Ich muss gestehen, dass mich die von mir an Akazien gemachten Beobachtungen zum Nachdenken anregten. Ich hob bereits früher

hervor, dass die am oberen Nil und in den Somaliländern so häufige Flötenakazie (Acacia fistula) ganz regelmässig mit Gallen (Blasengallen) besetzt ist, in denen Ameisen leben. Die Blasengalle ist hier faktisch zu einem normalen Gebilde geworden und ich habe jeden ausgewachsenen Baum damit besetzt gefunden. Ganz junge Exemplare, die zwei bis drei Jahre alt sein mögen, sind beständig gallenfrei, sie haben nur normale Dornen. Diese Thatsache ist wohl so zu deuten und wird auch noch durch ein anderes Moment unterstützt, dass die Blasenzellen erst hinterher erworben wurden. Ich darf hier wohl betonen, dass diese Blasenzellen stets ohne äussere Einwirkung von Insekten entstehen und erst hinterher von Ameisen eröffnet werden. Darüber konnte ich mich beim Eintritt der Regenzeit und der damit verbundenen Bildung neuer Triebe vollkommen vergewissern. Der gleiche Fall kommt auch bei der Galol-Akazie vor.

Hier scheint mir denn doch ein positiver Fall vorzuliegen, wo äussere Veränderungen erblich übertragen wurden.

Wir möchten daher mit Nägeli und andern annehmen, dass die im Leben auftretenden Veränderungen des Körpers umstimmend auf das Idioplasma oder die Erbmasse einwirken können. Sehr leicht scheint dies nicht zu geschehen, da das Keimplasma ein ziemlich starkes Beharrungsvermögen besitzt und dies ist auch sehr zweckmässig, weil das Bestehende erhalten werden soll.

Wahrscheinlich müssen äussere Einwirkungen wiederholt erfolgen und beharrlich andauern, um die ihnen entgegenstehenden Widerstände im Keimplasma zu beseitigen. Damit steht wohl auch das sprungweise Auftreten gewisser neuer Eigenschaften im Zusammenhang.

Über die Art des Mechanismus, welcher die Übertragung von neuen somatischen Eigenschaften auf die Erbmasse ermöglicht, sind wir noch völlig im Unklaren.

Es eröffnet sich für die Physiologie ein weites, aber schwierig zu bebauendes Feld, um mehr Klarheit in die Frage der Vererbung erworbener Eigenschaften zu bringen.

Es muss auch für die Tierzucht in hohem Grade erwünscht sein, dass an die Stelle des bisherigen Wahrscheinlichkeitsbeweises das zwingende Versuchsergebnis trete. Die Tierzucht ist in erster Linie dazu berufen, hier zum definitiven Entscheid beizutragen.

Nach welcher Seite die Entscheidung fällt, scheint mir indessen schon heute nicht mehr unklar.

Es ist physiologisch schwer verständlich, dass das Keimplasma ganz unbekümmert um das, was in dem somatischen Gebiete vorgeht, seine eigenen Wege wandeln soll.

Vieles, was für die tierische Ökonomie zweckdienlich ist, wird an verschiedenen Körperbezirken im Laufe des Lebens verbessert oder neu erworben. Sollte dies stets wieder verloren gehen?

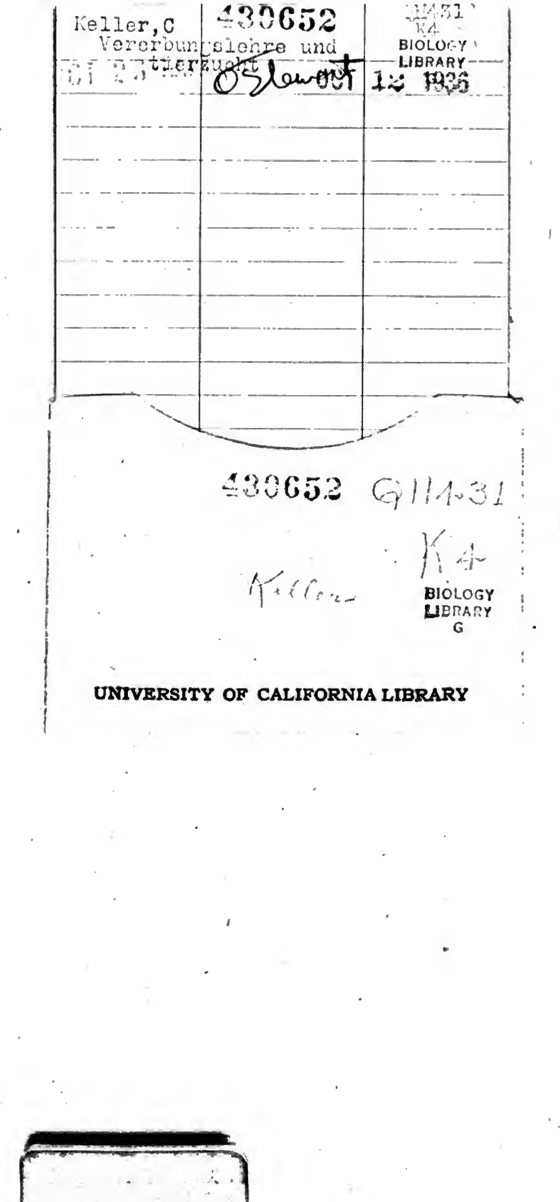
Würden wir dies bejahen, dann müsste die Praxis auf die bisher

für wesentlich gehaltenen Hülfsmittel verzichten und sich lediglich auf die Auslese beschränken.

Der sichere Instinkt unserer fähigsten Züchter deutet auf das Gegenteil. In den klassischen Gebieten unserer schweizerischen Viehzucht erscheinen die Ausländer und holen sich vortreffliche Zuchttiere. Liessen sich die neu erworbenen Nutzeigenschaften nicht immer wieder durch Vererbung übertragen, dann müssten die schweizerischen Züchter höchst unklug handeln. Sie würden sich die beste Lebensader unterbinden, wenn sie ihre schönsten Zuchttiere um schnöden Mammon nach aussen abgeben und damit die eigene Zucht verschlechtern.

Aber so kurzsichtig sind unsere Praktiker nicht. Die ausländischen Käufer glauben nicht an die Verschlechterung der schweizerischen Rassen, sonst würden sie wegbleiben, anstatt ihre blanken Thaler ins Land zu bringen. Und der schweizerische Züchter teilt diesen Standpunkt auch nicht; er kennt offenbar genau die äusseren Einflüsse, die ihm immer wieder die geschätzten Eigenschaften neu schaffen und damit seinen Besitzstand stets auf der Stufe der Vollkommenheit erhalten.

Druck von Gebr. Unger in Berlin, Schönebergerstr. 17a.



Keller, C
430652
QH431
K4
BIOLOGY
LIBRARY
Vererbungslehre und
tierzucht
OCT 12 1936
430652
QH431
K4
Keller
BIOLOGY
LIBRARY
G
UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY